



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES NA RESISTÊNCIA
ADESIVA APÓS BRANQUEAMENTO DENTÁRIO**

Trabalho submetido por
Patrick Rodrigues Lopes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES NA RESISTÊNCIA
ADESIVA APÓS BRANQUEAMENTO DENTÁRIO**

Trabalho submetido por
Patrick Rodrigues Lopes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes

e coorientado por
Prof. Doutor Mário Cruz Polido

setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

À Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes, minha orientadora, por todo o apoio prestado e tempo despendido ao longo desta dissertação.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, meu co-orientador, por toda a ajuda, nomeadamente na parte laboratorial e pela cedência de materiais essenciais para a realização desta investigação.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela enorme ajuda fornecida no tratamento dos dados da experiência laboratorial.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, pelo acesso ao Laboratório de Biomateriais e por estes maravilhosos últimos cinco anos em que me acolheu e me deu a bagagem necessária para a minha vida profissional.

Aos meus pais e restante família por todo o apoio ao longo desta etapa da minha vida.

A todos os meus amigos, que estiveram comigo nesta fase e que levo comigo no peito.

RESUMO

Objetivos: Avaliar a eficácia do uso dos agentes antioxidantes ascorbato de sódio e α -tocoferol após o branqueamento dentário na resistência adesiva por microtração das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado.

Materiais e Métodos: Vinte molares hígidos foram seccionados, num micrótomo de tecidos duros em duas metades idênticas, originando quarenta amostras. Aleatoriamente, estas amostras foram divididas em 4 grupos: G0 – Branqueamento e restauração imediata; G1 – Branqueamento e restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento e antioxidante ascorbato de sódio a 10%, durante 10 minutos, e restauração imediata; e G3 – Branqueamento e antioxidante α -tocoferol a 10%, durante 10 minutos, e restauração imediata. Os grupos foram submetidos a branqueamento com o agente branqueador Whiteness Perfect™ 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil) durante 4h/dia, ao longo de 7 dias. Após o branqueamento, as amostras de G0 foram imediatamente restauradas com o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália) e a resina composta GrandioSO™ (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha); as amostras de G1 foram restauradas após 15 dias; as amostras de G2 e G3 foram preparadas com o antioxidante ascorbato de sódio e o antioxidante α -tocoferol respetivamente, e imediatamente restauradas. Após 24 horas, as amostras foram seccionadas, novamente, formando palitos com uma secção de $1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$ de área, segundo os eixos x e y, e, posteriormente, testados em tensão numa máquina de testes universais. A análise estatística realizou-se através do teste ANOVA, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) (SPSS25.0).

Resultados: Os grupos submetidos a branqueamento dentário e que antes de serem restaurados estiveram em contacto com um agente antioxidante apresentaram valores médios de resistência adesiva superiores ao grupo submetido a branqueamento dentário com restauração imediata, mas inferiores quando comparados ao grupo submetido a branqueamento dentário com restauração após 15 dias. Apesar de tudo, a diferença entre os valores médios de resistência adesiva não foi estatisticamente significativa.

Conclusões: Dentro das limitações deste estudo, conclui-se que a aplicação de ambos os agentes antioxidantes não demonstrou diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva entre os diferentes grupos.

Palavras-chave: α -tocoferol; resistência adesiva; ascorbato de sódio; branqueamento dentário.

ABSTRACT

Objectives: Evaluate the efficiency of the application of the antioxidant agents sodium ascorbate and alpha-tocopherol after a bleaching treatment by microtensile bond strength of resin-based composite restorations to bleached enamel.

Materials and Methods: Twenty healthy molar teeth were sectioned using microtome, in two identical halves, resulting in forty samples. The samples were randomly divided into four groups: Group 0: Bleaching treatment and composite build-up immediately after bleaching; Group 1: Bleaching treatment and composite build-up delayed by 2 weeks; Group 2: Bleaching treatment and application of 10% sodium ascorbate for 10 minutes immediately before composite build-up; and Group 3: Bleaching treatment and application of 10% alpha-tocopherol for 10 minutes immediately before composite build-up. All groups were submitted to 4-hours bleaching treatment for 7 days with the bleaching agent Whiteness Perfect™ 10% (FGM, Joinville, SC, Brazil). After that, the G0 samples were immediately applied adhesive Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Italy) and composite restoration were made with GrandioSO™ (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany); the samples of Group 1 were only restored after fifteen days; antioxidants sodium ascorbate and alpha-tocopherol were applied to the samples of Group 2 and 3, respectively, and immediately restored. After 24-hours, the samples were sectioned to sticks with a section of $1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$ area, according to the x and y axes. Following this, they were tension tested in a universal testing machine. Data were analyzed by ANOVA test with a 5% significance level ($p \leq 0,05$) (SPSS25.0).

Results: The groups that were submitted to application of antioxidant agents after the bleaching treatment showed higher mean bond strength than the group that was bleached and composite build-up immediately after bleaching, but lower than the group that was bleached and had the composite build-up delayed by 2 weeks. Despite that, no statistically significant differences occurred between the different groups.

Conclusions: Within the limitations of this study, it can be concluded that application of both antioxidant agents, did not show statistically significant differences between the different groups.

Key words: α -tocopherol; bond strength; sodium ascorbate; tooth bleaching

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	9
1. Dente	9
1.1. Esmalte	9
1.2. Dentina	9
1.3. Polpa.....	10
2. Cor	11
2.1. Propriedades óticas primárias	13
2.2. Propriedades óticas secundárias.....	13
3. Pigmentação Dentária	14
3.1. Pigmentação intrínseca.....	15
3.2. Pigmentação extrínseca	15
4. Branqueamento Dentário.....	16
4.1. Legislação, Segurança e Toxicidade	17
4.2. Indicações e Contraindicações.....	18
4.3. Agentes Branqueadores	18
4.3.1. Peróxido de Hidrogénio	19
4.3.2. Peróxido de Carbamida.....	19
4.4. Mecanismo de ação do branqueamento dentário	20
4.5. Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Vitais	20
4.5.1. Branqueamento em consultório (<i>In-Office</i>).....	21
4.5.2. Branqueamento em ambulatório (<i>At-Home</i>)	21
4.5.3. Branqueamento combinado.....	22
4.5.4. Branqueamento por produtos de venda livre (<i>OTC</i>)	22
4.6. Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Não Vitais.....	23
4.6.1. Branqueamento Interno.....	23

4.6.1.1. Técnica <i>Walking–Bleach</i>	23
4.6.2. Branqueamento Externo.....	24
4.6.3. Técnica Combinada	24
4.7. Efeitos Secundários.....	24
4.7.1. Efeitos secundários em tecidos moles	25
4.7.2. Efeitos secundários em tecidos duros	26
4.7.3. Efeitos secundários em restaurações	27
5. Agentes Antioxidantes.....	28
5.1. Classificação dos antioxidantes	29
5.1.1. Enzimáticos	29
5.1.1.1. Catalase.....	29
5.1.1.2. Glutathione peroxidase.....	30
5.1.1.3. Superóxido dismutase.....	30
5.1.2. Não Enzimáticos.....	31
5.1.2.1. Vitamínicos	31
5.1.2.1.1. Vitamina C	31
5.1.2.1.2. Vitamina E.....	32
5.1.2.2. Polifenóis	32
5.1.2.2.1. Complexos oligoméricos de proantocianidina	32
5.1.2.2.2. Chá verde.....	33
5.1.2.3. Carotenóides	33
5.1.2.3.1. Licopeno.....	33
5.1.2.4. Conjugados	34
5.1.2.4.1. Aloe vera	34
6. Adesão.....	34
6.1. Adesão ao esmalte.....	35
6.2. Adesão à dentina.....	35

6.3. Sistemas adesivos.....	35
6.3.1. Sistemas adesivos <i>etch-and-rinse</i>	36
6.3.2. Sistemas adesivos <i>self-etch</i>	37
6.3.3. Sistemas adesivos universais.....	37
7. Testes de resistência adesiva	38
7.1. Microtração.....	38
II. OBJETIVOS	41
1. Hipótese de estudo.....	41
III. MATERIAIS E MÉTODOS	43
1. Materiais.....	43
2. Método	45
3. Análise Estatística	51
IV. RESULTADOS.....	53
V. DISCUSSÃO	57
VI. CONCLUSÃO	63
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
VIII. ANEXOS	

I. INTRODUÇÃO

1. Dente

O dente é uma estrutura essencial do sistema digestivo, sendo constituído por esmalte, dentina e polpa. A porção mais externa do dente diz respeito ao esmalte, sendo o interior do mesmo ocupado pelo complexo pulpo-dentinário, estando a polpa a um nível mais interno que a dentina.

1.1. Esmalte

O esmalte é uma estrutura altamente mineralizada, constituída por 1% de matéria orgânica, 3% de água e 96% de conteúdo inorgânico, dentro do qual se destaca a hidroxiapatite como o seu principal componente, o que lhe confere uma enorme rigidez, sendo esta a estrutura mais rígida do corpo humano (Junqueira & Carneiro, 2013; Ritter et al., 2018).

Ainda assim, esta estrutura é permeável a certos iões e moléculas, sendo, aqui, a água um elemento importante, uma vez que vai funcionar como transportador destas substâncias para o interior da estrutura dentária (Ritter et al., 2018).

Toda a coroa anatómica é revestida por esmalte, o qual varia em espessura dependendo da área, sendo mais espesso na zona cuspídea, mas podendo, em algumas localizações, aproximar-se de zero (Chun et al., 2014; Ritter et al., 2018).

1.2. Dentina

A dentina, constituinte maioritário do dente, é um tecido mineralizado que apresenta menor dureza que o esmalte, mas maior dureza que o osso, devendo-se isto ao seu elevado conteúdo inorgânico, cerca de 70% do seu peso. É também composta por matéria orgânica (18% do seu peso) e água (12% do seu peso), sendo uma estrutura semipermeável (Katchburian & Arana, 2012).

A dentina possui uma coloração branco–amarelada, levemente mais escura que o esmalte, que é parcialmente observada desde o exterior em razão da translucidez do esmalte (Katchburian & Arana, 2012; Ritter et al., 2018).

A dentina pode classificar-se em dentina primária, secundária ou terciária, tendo as dentinas primária e secundária uma origem fisiológica, ao contrário da dentina terciária. A dentina primária, é a dentina que se forma até ocorrer o contacto dos dentes com os seus antagonistas e o ápice radicular estar formado, momento a partir do qual se inicia a formação de dentina secundária, a qual se formará ao longo de toda a vida (Goldberg et al., 2011). A dentina secundária é muito semelhante à dentina primária, diferindo ligeiramente a nível morfológico e de coloração, já que a dentina secundária se apresenta como uma dentina mais escura e mais opaca (Goldberg et al., 2011; Alqahtani, 2014).

A dentina terciária pode ser subclassificada em dentina reacional e em dentina reparadora. A dentina reacional, sintetizada pelos odontoblastos, forma-se em resposta a eventos patológicos como, por exemplo, casos de abrasão ou de lesão de cárie, sendo a sua formação interpretada como uma interrupção ao normal desenvolvimento da dentinogénese, enquanto que a dentina reparadora, pelo contrário, não é formada por odontoblastos, mas por células indiferenciadas oriundas da polpa, resultando numa dentina menos mineralizada, sendo um tecido mais semelhante ao osso (Goldberg et al., 2011).

1.3. Polpa

A polpa é um tecido altamente vascularizado e innervado, constituído maioritariamente por odontoblastos, fibroblastos e uma matriz rica em fibras de colagénio e diversos glicosaminoglicanos, sendo inteiramente rodeado pela dentina (Junqueira & Carneiro, 2013).

A polpa reúne quatro funções: função formadora, função nutritiva, função sensorial e função reparadora. A sua função formadora prende-se com o facto de ser responsável pela formação de dentina, através dos odontoblastos; possui uma função

nutritiva, visto que nutre a dentina de iões, proteínas e água; a sua função sensorial, deve-se às fibras nervosas que possui, as quais desencadeiam dor quando estimuladas; e tem uma função reparadora, através da formação de dentina terciária em resposta a estímulos externos, como visto anteriormente (Ritter et al., 2018).

2. Cor

A cor é uma percepção visual resultante da estimulação dos nervos sensitivos da retina ocular, que ocorre quando um objeto é irradiado por uma fonte de luz e a reflete (Radaelli et al., 2012). A percepção da mesma depende de três fatores, sendo eles a fonte de luz, o próprio objeto e o observador (Joiner, 2004; Radaelli et al., 2012).

Dependendo a cor também do observador, por vezes, torna-se difícil comunicar cores a outras pessoas como, por exemplo, quando o Médico Dentista quer dar uma indicação da cor ao laboratório, tendo surgido, assim, várias escalas de cor, de forma a facilitar essa comunicação (Joiner, 2004).

Uma das várias formas de comunicação da cor foi definida pela Comissão Internacional da Iluminação (CIE – Commission Internationale de l'Eclairage), em 1978, (Radaelli et al., 2012), na qual é defendida a percepção da cor baseada em três recetores de cor: o vermelho, o verde e o azul, desenvolvendo, assim, uma escala tridimensional usando três coordenadas básicas, L^* , a^* e b^* (Joiner, 2004) (Figura 1).

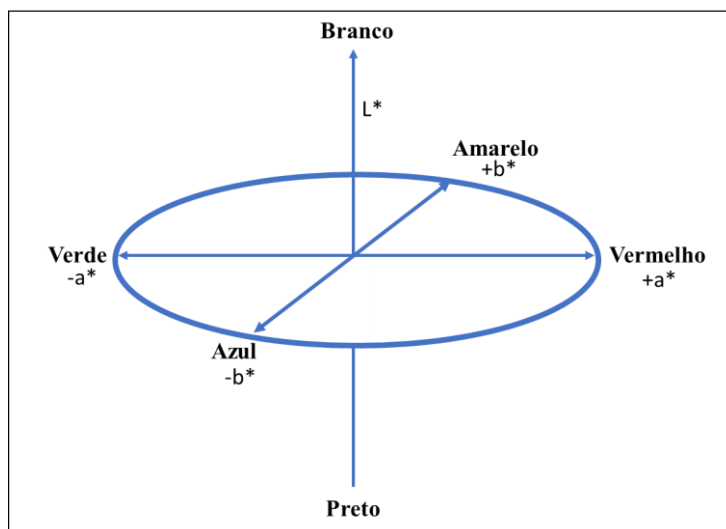


Figura 1- Sistema de medição de cor definida pela Comissão Internacional da Iluminação (CIE). (Adaptado de Joiner, 2004)

O valor L^* representa a luminosidade do objeto e é quantificado numa escala na qual o preto perfeito tem um valor de L^* zero, e perfeita reflexão um valor de 100; o valor a^* representa as cores vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$); o valor b^* representa as cores amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$) (Joiner, 2004; Radaelli et al., 2012). As coordenadas a^* e b^* aproximam-se de zero para cores neutras (branco, cinzas) e aumentam a sua magnitude para cores mais intensas ou mais saturadas (Joiner, 2004; Radaelli et al., 2012).

Outra forma de comunicação da cor é através de escalas baseadas no sistema de cores proposto por Munsell, que classificou a cor dos objetos em três dimensões: matiz, valor e croma (Ritter et al., 2018) (Figura 2).

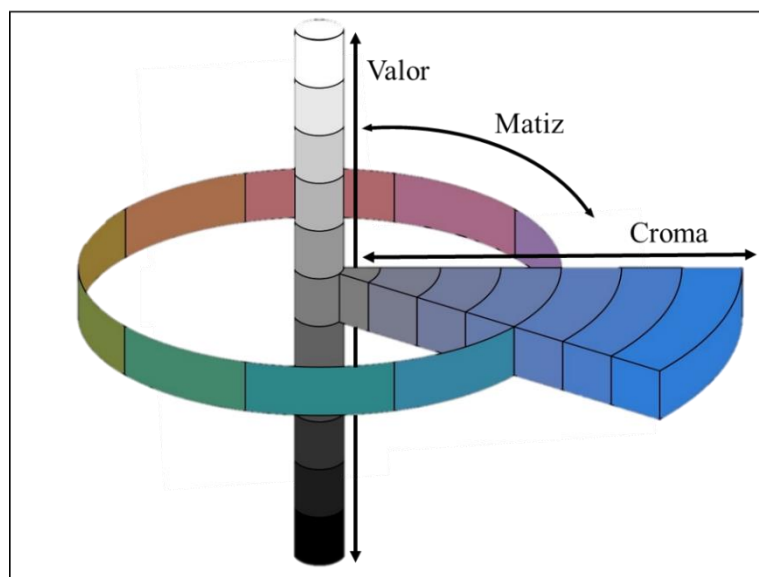


Figura 2- Sistema de cores de Munsell. (Adaptado de Ritter et al., 2018)

A escala Vita Classical é uma dessas escalas que se baseia em quatro matizes, tendo sido, primeiramente, usada pela companhia Vita Zahnfabrik e, atualmente, por um vasto número de companhias (Hirata, 2017).

Apesar de esta escala ser a mais amplamente usada, existe uma certa dificuldade em aplicar o conceito de percepção da cor a nível do dente, especialmente do valor, uma vez que Munsell, quando criou o seu conceito tridimensional da cor, fê-lo a pensar em corpos opacos e não em corpos translúcidos (Hirata, 2017).

A cor de um dente é determinada pela combinação das suas propriedades óticas (Joiner, 2004), sendo que estas são influenciadas quer pela dentina, quer pelo esmalte (Ma

et al., 2011), uma vez que o esmalte, como estrutura translúcida que é, não vai obscurecer completamente a dentina.

Podemos, então, categorizar as propriedades óticas em primárias, que são as dimensões da cor (matiz, valor e croma) e em propriedades óticas secundárias, mais subtis, mas que afetam o aspeto geral do dente (translucidez, opalescência e fluorescência) (Joiner, 2004; Radaelli et al., 2012).

2.1. Propriedades óticas primárias

O Matiz é a característica da cor que permite distingui-la entre as várias famílias de cor como, por exemplo, os vermelhos, os verdes ou qualquer outra cor do espectro de luz visível (Joiner, 2004; Hirata, 2017). Na escala de cores Vita Classical foram reunidos os principais matizes dos dentes e classificados em quatro grupos: A – Castanho (matiz mais predominante), B – Amarelo acastanhado, C – Cinza castanho e D – Vermelho acastanhado (Hirata, 2017).

O Croma é o grau de saturação de um matiz e define a intensidade, força ou vivacidade da mesma (Hirata, 2017).

O Valor ou brilho indica a quantidade de preto ou branco de um objeto, através de uma escala de cinzas, sendo a propriedade mais sensível ao olho humano e a mais desafiante para o clínico, uma vez que é a mais difícil de compreender na prática clínica (Hirata, 2017).

2.2. Propriedades óticas secundárias

A Translucidez é a propriedade ótica de um objeto que permite que uma parte da luz atravesse uma certa espessura do seu corpo, resultando em algo entre a opacidade total e a transparência total (Radaelli et al., 2012).

A Opalescência é um efeito que ocorre quando um feixe de luz atinge a superfície dentária, sofrendo a luz um efeito de refração nos microcristais e substâncias orgânicas da superfície do esmalte e em que, da dispersão dos menores comprimentos de onda da luz visível, resulta uma coloração azulada – acinzentada e, dos maiores comprimentos de onda, uma coloração alaranjada (Radaelli et al., 2012; Hirata, 2017).

A Fluorescência é um fenómeno caracterizado pela capacidade de uma estrutura absorver comprimentos de onda fora do espectro de luz visível e emitir energia de luz dentro do espectro visível (Radaelli et al., 2012; Hirata, 2017). A capacidade de emitir fluorescência é característica dos aminoácidos (Radaelli et al., 2012). Assim, como a dentina possui uma maior carga orgânica, a sua fluorescência consegue ser três vezes maior que a do esmalte (Radaelli et al., 2012).

3. Pigmentação Dentária

A pigmentação dentária é um processo que ocorre naturalmente e que afeta fortemente a estética. Atualmente, com a busca incessante pela estética e consequentemente, por uma coloração dentária mais branca, a insatisfação devida à pigmentação é um dos motivos pelos quais os pacientes procuram o auxílio de um Médico Dentista.

São várias as formas de remover a pigmentação dentária, tais como destartarização e polimento realizados em consultório, branqueamento, nas suas diversas formas de apresentação, que serão posteriormente abordadas, e microabrasão do esmalte (Majeed et al., 2015). Todavia, a resposta da pigmentação aos diferentes métodos de tratamento irá depender da própria pigmentação, por isso é importante perceber qual a tipologia da pigmentação em que se deseja intervir (Carey, 2014). A pigmentação pode ter etiologias variadas: intrínseca, extrínseca ou combinação de ambas (Perdigão, 2016).

3.1. Pigmentação intrínseca

A pigmentação intrínseca é uma pigmentação a um nível mais profundo que pode ocorrer em toda a dentição ou apenas numa peça dentária, podendo desenvolver-se antes mesmo da erupção dentária (Carey, 2014; Li, 2017).

De entre as várias etiologias desta pigmentação, destacam-se a ingestão de cromatogénicos na alimentação, o tabaco, a genética e a idade, uma vez que com o envelhecimento ocorre quer um desgaste fisiológico do esmalte, expondo mais a dentina, quer um aumento de aposição de dentina secundária que, como visto anteriormente, possui uma cor mais escura e mais opaca que o esmalte. O uso de antibióticos, tais como as tetraciclina, é também apontado como causa desta pigmentação, assim como a exposição a elevados níveis de flúor, os defeitos no esmalte, as lesões de cárie dentária e as restaurações, a hemorragia intrapulpar e a necrose pulpar, a icterícia severa na infância, a porfiria, a metamorfose calcificada, a eritroblastose fetal, a talassemia e a anemia falciforme, entre outras (Alqahtani, 2014; Carey, 2014; Li, 2017).

Esta pigmentação não é passível de ser removida apenas por procedimentos profiláticos de rotina, assim, as técnicas de tratamento mais conservadoras desta pigmentação são o branqueamento, a microabrasão, a macroabrasão e as facetas dentárias (Alqahtani, 2014; Ritter et al., 2018).

3.2. Pigmentação extrínseca

A pigmentação extrínseca é uma pigmentação que, como o nome indica, se encontra à superfície do dente, afetando, por norma, toda a dentição, com uma maior incidência nas áreas onde o esmalte se encontra poroso e rugoso (Li, 2017).

Este tipo de pigmentação está fortemente ligado aos fatores ambientais, tais como o tabaco, a ingestão de cromatogénicos na alimentação, nomeadamente o café, o chá e o vinho tinto, e a exposição a metais, como é o caso do ferro e do cobre que, através da adsorção dos compostos cromatogénicos à película adquirida ou diretamente à superfície dentária, vão pigmentar o esmalte (Alqahtani, 2014; Carey, 2014; Li, 2017). A má higiene

oral é também um contributo para a pigmentação extrínseca (Alqahtani, 2014), sendo que, por vezes, apenas com procedimentos profiláticos de rotina se consegue remover a pigmentação (Ritter et al., 2018).

Tal como visto anteriormente, o esmalte e a dentina são permeáveis a substâncias orgânicas e inorgânicas, pelo que, pode surgir pigmentação intrínseca combinada a esta pigmentação (Perdigão, 2016).

4. Branqueamento Dentário

O branqueamento dentário é definido pela Organização Internacional de Normalização (ISO – International Organization for Standardization) como o procedimento pelo qual se “removem as pigmentações intrínsecas ou adquiridas dos dentes naturais, através do uso de químicos, sendo que, por vezes, é utilizado em combinação com outros meios auxiliares” (ISO 28399, 2011).

A estética dentária está fortemente relacionada com a coloração dentária do indivíduo sendo por isso que a eliminação da pigmentação de forma a obter uma dentição com mais brilho, com mais valor, é cada vez mais uma das principais aspirações dos pacientes (Joiner & Luo, 2017). A técnica mais procurada para esse feito é o branqueamento dentário, sendo considerado o tratamento estético mais comum (Khamverdi et al., 2016; Lokhande et al., 2018), devido também ao facto de que, das técnicas existentes, é a mais conservadora (Barry et al., 2017).

O branqueamento dentário é um processo que depende de vários fatores, de entre os quais se destacam fatores relacionados com o próprio paciente, tais como a idade ou a sua higiene dentária, a formulação do gel branqueador usado, assim como a sua composição e concentração, o método de aplicação e o tempo de exposição do mesmo, entre outros (Li & Greenwall, 2013).

4.1. Legislação, Segurança e Toxicidade

Atualmente, em Portugal, vigora a diretiva 2011/84/EU de 20 de setembro de 2011, estando os produtos de branqueamento dentário classificados como produtos cosméticos, além de serem impostos limites de teores máximos de peróxido de hidrogénio (agente branqueador) na sua composição (Ordem dos Médicos Dentistas [OMD], 2013; (Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P.[INFARMED], 2016).

Assim, atualmente, os produtos com uma concentração de peróxido de hidrogénio, presente ou libertado, inferior a 0,1% são considerados produtos de venda livre, sendo possível a sua venda, na União Europeia, ao público em geral; produtos com uma concentração de peróxido de hidrogénio, presente ou libertado, entre 0,1% e 6% apenas podem ser vendidos a Médicos Dentistas, para utilização profissional e em maiores de 18 anos; e produtos com uma concentração de peróxido de hidrogénio, presente ou libertado, superior a 6% são proibidos na União Europeia, sendo designados por dispositivos médicos e não por produtos cosméticos, como os anteriores (Ordem dos Médicos Dentistas [OMD], 2013; (Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P.[INFARMED], 2016).

Outra decisão da Comissão prende-se com a proibição da utilização de produtos cosméticos com substâncias de ácido perbórico e de perborato de sódio, usado antigamente como agente branqueador, não contemplando exceção alguma a esta proibição (Ordem dos Médicos Dentistas [OMD], 2015).

Em maio de 2015, foi desencorajado o uso de lâmpadas no processo de branqueamento dentário, pelo Conselho Europeu de Médicos Dentistas (CED - Council of European Dentists), uma vez que a literatura não provou a eficácia do mesmo no processo de branqueamento; além disso, foi provado que a utilização da luz, para além de aumentar o risco de queimadura na zona gengival, aumentava o risco de dano à polpa, devido ao aumento da temperatura (Council of European Dentists [CED], 2015).

A nível da segurança no uso de peróxido de hidrogénio, este dificilmente consegue atingir dosagens que provoquem toxicidade, uma vez que, se usado corretamente, segundo as instruções do Médico Dentista, o gel é aplicado apenas na cavidade oral, sendo

a exposição mínima; mesmo que ocorra ingestão, como a percentagem de peróxido de hidrogénio usada é tão baixa e o corpo se encontra preparado com diversas enzimas capazes de metabolizar este composto, a dosagem tóxica é incapaz de ser atingida (Li & Greenwall, 2013).

4.2. Indicações e Contraindicações

Segundo a legislação em vigor, o branqueamento dentário destina-se apenas a indivíduos que sejam maiores de 18 anos (Ordem dos Médicos Dentistas [OMD], 2013). Está indicado para indivíduos que possuam pigmentação intrínseca (Costa, 2013), como forma de equilibrar as diferentes saturações dos dentes envolvidos no tratamento (Hirata, 2017).

Por outro lado, o mesmo procedimento está contraindicado em pacientes que possuam lesões de cárie, zonas de hipomineralização no esmalte, ou zonas de dentina exposta; em pacientes com alergia a qualquer um dos ingredientes que componham o gel de branqueamento, pacientes com elevada sensibilidade dentária *a priori*, grávidas e pacientes que possuam expectativas irreais acerca do *outcome* do branqueamento (Costa, 2013; Li & Greenwall, 2013; Perdigão, 2016).

4.3. Agentes Branqueadores

Os agentes branqueadores são constituídos por ingredientes inativos e ingredientes ativos (Alqahtani, 2014). Os ingredientes inativos incluem: agentes espessantes, como o carbopol (carboxipolimetileno), o mais comumente usado; agentes portadores, que têm como função manter a humidade e ajudar na dissolução dos outros ingredientes; surfactante e dispersante de pigmentos; conservantes, que têm como funções a de prevenir o crescimento bacteriano nestes géis e a de acelerar a decomposição do peróxido de hidrogénio; e agentes aromatizantes (Alqahtani, 2014). Os ingredientes ativos, por sua vez, incluem o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida, seu predecessor (Alqahtani, 2014), que serão abordados seguidamente, sendo as suas concentrações máximas permitidas de 6% e de 16%, respetivamente.

4.3.1. Peróxido de Hidrogénio

O peróxido de hidrogénio (H_2O_2) atua como um forte agente oxidante que, quando entra em contacto com a estrutura dentária, é decomposto em água e oxigénio, dando origem a espécies reativas de oxigénio, radicais livres e iões de hidrogénio (Costa, 2013; Sharafeddin et al., 2016).

Este agente apresenta um baixo peso molecular (Lokhande et al., 2018) e uma das suas características é a sua rápida ativação, que ocorre em cerca de 30 a 50 minutos (Hirata, 2017).

4.3.2. Peróxido de Carbamida

O peróxido de carbamida é um oxidante biológico, sendo o agente branqueador mais utilizado (Arumugam et al., 2014), que se comporta como um complexo estável que, quando em contacto com a água, se decompõe em peróxido de hidrogénio e ureia, tendo esta última a função de prolongar o tempo de vida do produto (Costa, 2013). A ureia, posteriormente, vai decompõe-se em amónia e dióxido de carbono, enquanto que o peróxido de hidrogénio se irá decompor tal como demonstrado anteriormente (Costa, 2013) (Figura 3).

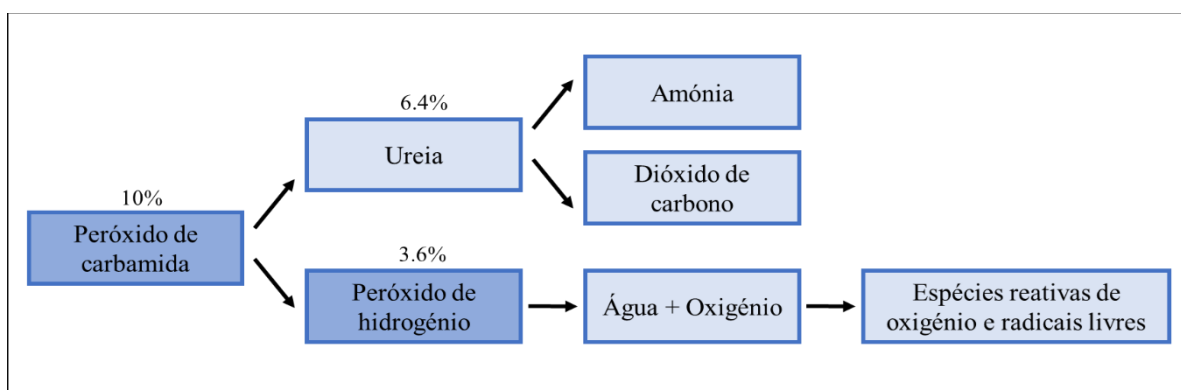


Figura 3- Decomposição dos agentes branqueadores. (Adaptado de Costa, 2013)

Quimicamente, o peróxido de carbamida a 10% é constituído por peróxido de hidrogénio e ureia, nas concentrações de 3,6% e 6,4%, respetivamente (Costa, 2013; Hirata, 2017).

4.4. Mecanismo de ação do branqueamento dentário

O mecanismo de ação dos agentes branqueadores apenas é possível graças à combinação de dois fatores: devido à permeabilidade que os tecidos duros que constituem o dente (esmalte e dentina) possuem (Barbosa et al., 2008) e devido ao baixo peso molecular que os radicais livres de oxigénio possuem (Patil et al., 2015), permitindo, assim, que ocorra difusão dos mesmo através da estrutura dentária.

Este processo define-se como a degradação química dos cromatogénicos (Carey, 2014) que é baseada numa reação de oxidação–redução (Ozelin et al., 2014; Patil et al., 2015). Porém, o mecanismo ainda não é bem compreendido atualmente. A teoria mais aceite é que, primeiramente, o peróxido de hidrogénio, ou o seu precursor, é aplicado na superfície dentária, originando espécies reativas de oxigénio e radicais livres, dos quais se destacam o radical hidroperoxilo (HO_2), o radical hidroxilo (HO), o anião superóxido (O_2^-), o ião peróxido (O_2^{2-}) e o próprio peróxido de hidrogénio (H_2O_2) (Torres et al., 2006; Patil et al., 2015; Perdigão, 2016).

Um radical livre é uma molécula instável que apresenta um eletrão desemparelhado, tendo uma alta reatividade (Patil et al., 2015). Estes radicais livres vão reagir com os cromatogénicos, que podem ser classificados em dois grupos: compostos orgânicos grandes e compostos unidos a iões metálicos (Carey, 2014). Os compostos orgânicos grandes possuem uma dupla ligação, sendo que o mecanismo aceite é que da reação destes com os radicais livres do oxigénio irá resultar uma quebra dessa ligação, dando origem a cromatogénicos menores e menos pigmentados, tendo, então, o dente uma perceção mais clara (Carey, 2014; Li, 2017). A degradação dos compostos unidos a iões metálicos não é tão simples, sendo que, neste caso, soluções menos conservadoras podem ter de ser equacionadas (Carey, 2014).

4.5. Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Vitais

Atualmente, existem diversas formas de efetuar um branqueamento dentário, sendo que o mesmo pode ser efetuado quer em dentes vitais, quer em não vitais. O branqueamento dentário vital pode ser feito em consultório, em ambulatório ou com

recurso a produtos de venda livre (OTC - *over-the-counter*) (Alqahtani, 2014). Os branqueamentos em consultório e em ambulatório podem ainda surgir em combinação (Costa, 2013; Ritter et al., 2018).

A seleção da técnica vai depender de vários fatores, entre os quais a própria etiologia da pigmentação e a sua dificuldade de remoção, a situação financeira do paciente e a preferência do paciente pela situação que lhe for mais cómoda, de modo a perceber qual a melhor opção terapêutica para cada caso (Costa, 2013; Ritter et al., 2018).

4.5.1. Branqueamento em consultório (*In-Office*)

Na técnica de branqueamento em consultório, é o Médico Dentista quem possui o controlo completo sobre o procedimento, sendo que o pode parar quando o objetivo for alcançado (Alqahtani, 2014) ou quando assim o entender (Costa, 2013). É possível obter um resultado bastante favorável imediatamente após a primeira consulta, sendo que, posteriormente, o paciente pode recorrer a mais consultas até obter o efeito máximo de branqueamento (Costa, 2013).

Os tecidos orais devem ser protegidos, durante o procedimento, através de um protetor gengival, evitando, deste modo, o contacto do gel branqueador com os tecidos moles (Costa, 2013).

4.5.2. Branqueamento em ambulatório (*At-Home*)

Esta técnica consiste no branqueamento efetuado em casa através de moldeiras confeccionadas pelo Médico Dentista, moldadas à arcada de cada paciente (Costa, 2013; Alqahtani, 2014).

O agente branqueador mais utilizado nesta técnica é o peróxido de carbamida a 10%, sendo o mesmo considerado o “*gold standard*” (Costa, 2013). O paciente é instruído a colocar o gel na moldeira e usá-la por um período mínimo de 3 a 4 horas, sendo que após esse tempo a substância se torna inativa (Hirata, 2017).

Usualmente, é possível obter um resultado bastante favorável após 2 a 4 semanas de utilização, porém, é na primeira semana que ocorre o maior efeito branqueador (Hirata, 2017). Esta técnica oferece várias vantagens, quando comparada com a técnica de branqueamento em consultório, tais como: menor tempo de consulta, maior segurança, menor número de efeitos adversos e menor custo (Alqahtani, 2014), sendo, por isso, a técnica de eleição.

4.5.3. Branqueamento combinado

O branqueamento combinado é a técnica que alia as duas técnicas anteriormente referidas, em que o paciente realiza branqueamento em consultório, continuando posteriormente o processo de branqueamento em ambulatório. Esta é, por vezes, a abordagem a aplicar em certos casos como, por exemplo, em casos de pigmentações mais resistentes ao branqueamento, conseguindo, assim, que o procedimento se torne mais eficaz (Carey, 2014; Ritter et al., 2018).

4.5.4. Branqueamento por produtos de venda livre (*OTC*)

O branqueamento através de produtos de venda livre tem vindo a ser cada vez mais popular (Alqahtani, 2014), o que conduziu ao surgimento de diversas formas de apresentação destes produtos. Alguns exemplos são: tiras, vernizes, colutórios, pastas dentífricas, fios dentários, pastilhas elásticas e moldeiras pré-fabricadas (Costa, 2013; Perdigão, 2016)

A principal vantagem desta técnica é o seu custo reduzido (Costa, 2013) e a sua principal desvantagem é o facto de ser realizada sem supervisão médica, uma vez que estes produtos podem ser adquiridos de diversas formas, nomeadamente, via internet (Perdigão, 2016).

4.6. Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Não Vitais

São várias as técnicas de branqueamento dentário efetuadas em dentes não vitais, sendo possível optar por um branqueamento interno, um branqueamento externo ou combinação de ambos (Costa, 2013; Perdigão, 2016).

4.6.1. Branqueamento Interno

Historicamente, a técnica de branqueamento através de branqueamento interno poderia desenrolar-se de duas formas: através da Técnica Termocatalítica, na qual era colocado um agente branqueador na câmara pulpar de um dente e este era ativado por uma fonte de calor, causando muitas vezes situações de reabsorção cervical externa (Perdigão, 2016; Ritter et al., 2018), ou através da Técnica *Walking–Bleach*, com recurso a um agente branqueador proibido atualmente, o perborato de sódio (Hirata, 2017; Ritter et al., 2018). Hoje em dia, estas técnicas já não são aceites, sendo a técnica utilizada para branqueamento interno a Técnica *Walking–Bleach*, mas com recurso a peróxido de hidrogénio ou peróxido de carbamida.

4.6.1.1. Técnica *Walking–Bleach*

Nesta técnica de branqueamento, primeiramente, procede-se à remoção da guta-percha do canal radicular até 2 mm abaixo da junção amelo–cimentária (JAC) e é colocado um ionómero de vidro modificado por resina (Costa, 2013). Posteriormente, a câmara pulpar é exposta a um agente branqueador, peróxido de hidrogénio a 6% ou peróxido de carbamida com máximo de concentração de 16%, e seguidamente selada provisoriamente (Ritter et al., 2018). É possível obter resultados entre a primeira e a sexta semana de aplicação (Costa, 2013).

4.6.2. Branqueamento Externo

O branqueamento externo está mais indicado como método a aplicar em dentes vitais, todavia pode ser aplicado, em certos casos, em dentes não vitais, porém, com uma menor previsibilidade de eficácia. Esta técnica de branqueamento está indicada para casos em que dentes endodonciados adequadamente comecem a apresentar uma pigmentação (Costa, 2013) ou em situações em que dentes branqueados internamente e já restaurados definitivamente comecem a ficar pigmentados (Ritter et al., 2018).

A sua grande vantagem é o facto de não ser preciso aceder à câmara pulpar, não enfraquecendo, assim, o dente (Costa, 2013).

4.6.3. Técnica Combinada

A técnica combinada surge como a combinação da técnica de branqueamento interno, que é realizada primeiramente, seguida, posteriormente, da técnica de branqueamento externo em ambulatório efetuada em ambas as arcadas (Perdigão, 2016).

Em certos casos, o branqueamento combinado é o tratamento sugerido (Costa, 2013) como, por exemplo, no caso de haver uma pigmentação fisiológica generalizada em toda a arcada e um dente que se apresenta escurecido, tendo tratamento endodôntico prévio (Perdigão, 2016).

4.7. Efeitos Secundários

Em consequência das opiniões divergentes publicadas sobre os efeitos secundários que este tratamento acarreta, torna-se complicado efetuar um sumário dos mesmos (Goldberg et al., 2010). A informação diversificada que surge pode ser explicada de diversas formas: ou porque o que surge é maioritariamente através de publicidade de produtos do que através de investigações científicas não enviesadas, ou porque dentro das diferentes investigações os autores usam diferentes protocolos, diferentes concentrações do agente branqueador, diferentes agentes branqueadores ou até mesmo diferentes

agentes portadores, assim como também se pode dever ao facto de serem utilizados diferentes métodos para analisar os efeitos ocorridos (Goldberg et al., 2010).

Os efeitos secundários mais reportados na literatura podem ser classificados em efeitos secundários que ocorrem em tecidos moles, efeitos que ocorrem em tecidos duros e efeitos que ocorrem nas restaurações, quer nas executadas previamente ao branqueamento, quer nas restaurações pós branqueamento.

Dos efeitos secundários mais comuns, destacam-se a sensibilidade dentária e a irritação gengival (Majeed et al., 2015), situando-se a taxa de ocorrência destes efeitos em pacientes a executar branqueamento externo, entre os 15 e os 78%, segundo Costa (2013). A gravidade dos mesmos irá depender da concentração do gel utilizado, da duração do tratamento e da composição dos ingredientes inativos (Carey, 2014).

Os efeitos secundários, por norma, não representam grande perigo para o paciente, porém, embora não seja comum, o uso abusivo de agentes branqueadores, a aplicação indevida dos mesmos ou o uso de produtos inapropriados podem levar a efeitos adversos graves (Li & Greenwall, 2013).

4.7.1. Efeitos secundários em tecidos moles

Um dos efeitos do branqueamento é a sensibilidade dentária. Como falado anteriormente, o esmalte e a dentina são estruturas que permitem a difusão de substâncias para dentro da estrutura dentária, sendo que parte do agente branqueador atingirá a câmara pulpar, podendo assim desencadear dor (Goldberg et al., 2010).

Esta sensibilidade pode iniciar-se imediatamente após a exposição ao agente branqueador (Hirata, 2017) e durar até 39 dias (Goldberg et al., 2010), afetando cerca de dois em cada três pacientes a realizar branqueamento em ambulatório (Majeed et al., 2015).

Como forma de prevenção desta sensibilidade, deve ser avaliada a presença de zonas de recessão gengival, de linhas de fratura no esmalte, de áreas de desgaste ou de

restaurações desadaptadas (Hirata, 2017); os pacientes que possuam muita sensibilidade devem ser avisados deste possível efeito e usar géis fluoretados e pastas contendo dessensibilizantes, tais como nitrato de potássio, fluoreto de potássio e fosfato de cálcio amorfo (ACP) (Costa, 2013; Majeed et al., 2015; Hirata, 2017). Outra medida de prevenção passa por reduzir a concentração do gel utilizado (Costa, 2013).

A irritação gengival é um dos efeitos secundários do branqueamento mais documentados, afetando cerca de 5 a 50% dos pacientes, ocorrendo, por norma, dois a três dias após o branqueamento, variando de leve a moderada, acabando por desaparecer ao fim de uns dias (Li & Greenwall, 2013).

A solução deste efeito secundário passa, muitas vezes, por correções na moldeira, uma vez que esta irritação, por vezes, se deve ao facto de existir contacto do gel branqueador com a mucosa gengival (Li & Greenwall, 2013; Majeed et al., 2015)

Por vezes, podem até surgir queimaduras gengivais que, por norma, são reversíveis, sem consequências graves para o paciente, sendo que deve ser de imediato cessada a exposição do agente branqueador à mucosa (Alqahtani, 2014) e ser aplicada água, de forma a neutralizar o meio (Li & Greenwall, 2013). A vitamina E pode também desempenhar um papel de relevo no tratamento destas ulcerações (Li & Greenwall, 2013).

4.7.2. Efeitos secundários em tecidos duros

Após ser efetuado o processo de branqueamento, há efeitos secundários que ocorrem nos dentes, tais como alterações morfológicas, quer no esmalte, quer na dentina, expressas como depressões e irregularidades provocadas pela desmineralização do esmalte (Perdigão et al., 1998; Goldberg et al., 2010; Alqahtani, 2014; Sharafeddin & Farshad, 2015). Esta desmineralização provoca um aumento da rugosidade da superfície (Sharafeddin & Farshad, 2015) devido à perda de minerais e iões, nomeadamente iões cálcio e fosfato (Perdigão et al., 1998; Patil et al., 2015).

Outros efeitos secundários que ocorrem após branqueamento dentário são a diminuição da resistência ao desgaste (Sharafeddin & Farshad, 2015), a degradação da

matriz orgânica e a reabsorção cervical, neste último caso, em situações de branqueamento de dentes não vitais, ocorrendo de um modo imprevisível, sendo que o mecanismo ainda não é completamente compreendido (Goldberg et al., 2010; Hirata, 2017).

Apesar destes efeitos secundários ocorrerem, a maioria dos efeitos acaba por ter pouco significado quando reportados a uma situação *in vivo*, uma vez que na cavidade oral, através da saliva, dá-se o processo de remineralização do esmalte, pela precipitação de cálcio e fosfato, corrigindo, gradualmente, as depressões e irregularidades, a rugosidade da superfície e a perda de minerais e iões (Perdigão et al., 1998; Goldberg et al., 2010; Li & Greenwall, 2013).

4.7.3. Efeitos secundários em restaurações

Existem vários efeitos adversos documentados nos diversos materiais restauradores. A amálgama, por exemplo, quando exposta a um dos agentes branqueadores liberta mercúrio, variando esta libertação consoante o tipo de amálgama e o tipo de agente branqueador utilizado (Klaric et al., 2016).

Outro efeito secundário do branqueamento prende-se com o facto de existir um aumento de porosidades e de *cracks* a nível de restaurações em ionómero de vidro modificado, afetando também as restaurações a resina composta, uma vez que a superfície das mesmas se torna mais rugosa, estando recomendado efetuar um polimento após efetuar branqueamento dentário (Majeed et al., 2015; Perdigão, 2016). Após branqueamento, observa-se que a luz não é transmitida de igual forma pelos materiais restauradores, tais como os ionómeros de vidro e as resinas compostas, resultando numa mudança de cor, assim como em alterações a nível das propriedades físicas e mecânicas dos mesmos (Klaric et al., 2016).

Um dos critérios que permite afirmar que uma restauração a resina composta foi bem-sucedida é a existência de um selamento marginal eficaz. Assim, deve existir uma ligação forte e duradoura entre o material restaurador e o dente, não apenas de um ponto de vista mecânico, mas também de um ponto de vista biológico e estético (Lokhande et

al., 2018). Uma situação bem documentada na literatura é a diminuição das forças adesivas entre a resina composta e a estrutura dentária, após o branqueamento dentário, devido à presença de peróxidos residuais e de íons de oxigênio residual que irão interferir na adesão da resina e inibir a polimerização (Li & Greenwall, 2013; Patil et al., 2015; Sharafeddin & Farshad, 2015; Khamverdi et al., 2016; Sharafeddin et al., 2016; Lokhande et al., 2018; Coppla et al., 2019), acabando por ocorrer microinfiltração na interface resina-dente (Khamverdi et al., 2016) e, por conseguinte, o fracasso da restauração.

5. Agentes Antioxidantes

Como abordado anteriormente, o processo de branqueamento dentário conduz a uma diminuição da resistência adesiva, porém, esta situação é temporária e dependente do intervalo entre os dois acontecimentos (Feiz et al., 2017; Ismail et al., 2017).

Atualmente, não existe consenso entre a comunidade científica sobre qual deve ser a duração deste mesmo intervalo, porém, autores afirmam que estes dois acontecimentos devem estar distanciados por, no mínimo, duas semanas, para que o restabelecimento da resistência adesiva para valores normais possa ocorrer (Costa, 2013; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

Em algumas situações, este tempo de espera pode não ser possível ou de todo desejável, pelo que, diversas técnicas foram sugeridas para eliminar este efeito adverso, tais como a eliminação da camada mais superficial do esmalte após efetuar branqueamento (Cvitko et al., 1991), o tratamento da superfície pós branqueada com uma solução alcoólica (Barghi & Godwin, 1994), entre outras. A técnica que atualmente se apresenta cada vez mais estudada é a que reverte este efeito através do uso de antioxidantes (Vidhya et al., 2011; De Carvalho et al., 2016), uma vez que estes, através da sua capacidade antioxidante, podem captar os radicais livres de oxigênio da estrutura dentária e, posteriormente, permitir uma correta adesão entre a resina e a estrutura dentária.

Na literatura, os protocolos de aplicação, as concentrações e tempo de atuação dos agentes antioxidantes ainda não se encontram estabelecidos, daí ser necessária a condução de mais estudos no âmbito da aplicação de agentes antioxidantes em Medicina Dentária.

5.1. Classificação dos antioxidantes

Os antioxidantes podem ser categorizados em enzimáticos e em não enzimáticos (Figura 4). Dentro dos antioxidantes enzimáticos, destacam-se a catalase, a glutathione peroxidase e a superóxido dismutase. Dentro dos antioxidantes não enzimáticos usados para este fim, podemos dividir os antioxidantes em vitamínicos, polifenóis, carotenóides e conjugados.

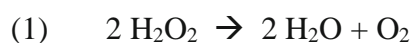
Antioxidantes	
Enzimáticos	Não Enzimáticos
Catalase	Vitamínicos
Glutathione peroxidase	Vitamina C
Superóxido dismutase	Vitamina E
	Polifenóis
	Complexos oligoméricos de proantocianidina
	Chá verde
	Carotenóides
	Licopeno
	Conjugados
	Aloe Vera

Figura 4 – Antioxidantes utilizados em Medicina Dentária. (Adaptado de Shalaby & Shanab, 2013)

5.1.1. Enzimáticos

5.1.1.1. Catalase

A catalase é uma enzima que consome diretamente o peróxido de hidrogénio, originando oxigénio e água (Goldberg et al., 2010; Shalaby & Shanab, 2013), tal como demonstrado na seguinte equação (1):



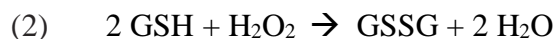
A partir dos estudos de Torres et al. (2006), foi comprovada a eficácia deste antioxidante no aumento das forças adesivas, porém, o mesmo não foi capaz de alcançar as forças que existem quando não ocorre branqueamento.

Posto isto, e sendo a catalase uma substância instável com vida útil curta, necessidade de refrigeração, sensibilidade ao ar e de elevado custo, esta não se apresenta como um antioxidante prático para ser usado clinicamente (Torres et al., 2006; Alqahtani, 2014).

5.1.1.2. Glutathione peroxidase

A glutathione peroxidase possui a mesma função que a catalase, isto é, a de consumir diretamente o peróxido de hidrogênio, tendo também um efeito positivo no aumento das forças adesivas, porém, a catalase possui uma melhor atividade que a glutathione peroxidase, sendo que isto pode ser explicado pelo mecanismo de ação, uma vez que a catalase precisa de um menor número de moléculas para se dar a reação (Torres et al., 2006).

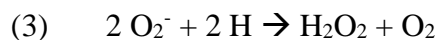
A glutathione peroxidase consegue degradar a molécula de peróxido de hidrogênio em duas moléculas de água, mas, para isso, irá necessitar de um cofator, a glutathione reduzida (GSH), que será oxidada em glutathione oxidada (GSSG) (Jakoby, 1980), como demonstrado na seguinte equação (2):



5.1.1.3. Superóxido dismutase

A superóxido dismutase é uma enzima biológica não tóxica que vai catalisar a dismutação dos radicais superóxido em oxigênio e peróxido de hidrogênio (Shalaby & Shanab, 2013; Kavitha et al., 2016), como demonstrado na equação seguinte (3);

posteriormente, este peróxido será removido por catalases e peroxidases, pelas reações vistas anteriormente (Jakoby, 1980).



5.1.2. Não Enzimáticos

5.1.2.1. Vitamínicos

5.1.2.1.1. Vitamina C

O ácido ascórbico e o seu sal, o ascorbato de sódio, são conhecidos agentes com alto poder antioxidante (Kunt et al., 2011; Garcia et al., 2012; Arumugam et al., 2014; Nair et al., 2019; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019). A grande diferença entre estes dois agentes é o seu pH, uma vez que o pH do ácido ascórbico se aproxima dos 1,8 (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019), enquanto o seu derivado, o ascorbato de sódio, possui um pH de aproximadamente 7,4 (Garcia et al., 2012). O ascorbato de sódio é uma forma biodisponível da vitamina C e está disponível como suplemento vitamínico (Ismail et al., 2017).

Estes agentes são agentes biocompatíveis capazes de reduzir uma variedade de radicais livres, através de reações de oxidação–redução (Kunt et al., 2011; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019). Alguns estudos demonstram a eficácia deste agente como forma de aumentar a resistência adesiva após branqueamento (Kunt et al., 2011; Miranda et al., 2013; Alencar et al., 2016; Türkmen et al., 2016; Ismail et al., 2017), sendo que o agente ácido ascórbico, quando usado, provoca desmineralização do esmalte, aumentando ainda mais a resistência adesiva, mas, por outro lado, afeta a estrutura dentária (Türkmen et al., 2016), sendo considerado inadequado para uso clínico (Ozelin et al., 2014; Khamverdi et al., 2016; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

A isto acresce o facto de ser difícil o armazenamento do ácido ascórbico, uma vez que o mesmo deve ser guardado em recipiente não metálico, num local escuro, a baixas temperaturas, sendo, por isso, aconselhado o seu uso imediatamente após a sua preparação (Kunt et al., 2011).

5.1.2.1.2. Vitamina E

Vitamina E é o nome dado a um conjunto de potentes agentes antioxidantes (e não apenas de um), sendo a sua atividade atribuída a tocoferóis (α , β , γ e δ) e a tocotrienóis (α , β , γ e δ) (Kavitha et al., 2016). Do complexo vitamina E, o componente alfa-tocoferol é o componente mais abundante e mais ativo, sendo um potente antioxidante (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019), capaz de estabilizar as espécies reativas de oxigênio.

A forma de atuação deste antioxidante é muito semelhante à da vitamina C (Kavitha et al., 2016), porém, a sua capacidade de aumentar a resistência adesiva é maior, ou por causa da sua hidrofobicidade (Garcia et al., 2012; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019), ou devido ao solvente que é usado na preparação deste agente, o álcool etílico (Kavitha et al., 2016). A vitamina E possui também maior estabilidade que a vitamina C (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

5.1.2.2. Polifenóis

5.1.2.2.1. Complexos oligoméricos de proantocianidina

Os complexos oligoméricos de protoantocianidina são uma classe de polifenóis bioflavonóides (Mukka et al., 2016). Estes complexos estão amplamente presentes em frutas e vegetais, tal como em sementes de frutas (Khamverdi et al., 2016; Mukka et al., 2016). Estes antioxidantes naturais podem ser encontrados, por exemplo, na casca do pinheiro, nos arandos, no extrato de semente de uva, na casca do limoeiro, nas folhas da árvore da avelã, nos grãos de cacau, entre outros (Arumugam et al., 2014; Mukka et al., 2016; Nair et al., 2019).

As proantocianidinas são polímeros de alto peso molecular que contêm monómeros, oligómeros e polímeros de catequina (Vidhya et al., 2011; Arumugam et al., 2014; Khamverdi et al., 2016). Estes complexos possuem capacidade de aumentar a resistência adesiva, uma vez que conseguem eliminar radicais livres (Khamverdi et al., 2016; Nair et al., 2019).

Na literatura, o seu poder antioxidante ainda não se encontra bem estabelecido, uma vez que é considerado, umas vezes, como sendo um agente antioxidante mais potente que o ascorbato de sódio (Sharafeddin & Farshad, 2015) e, outras vezes, como possuindo um efeito menor (Khamverdi et al., 2016; Eggula et al., 2019). Este efeito menor pode ser explicado pelo facto de, como se trata de um polímero de alto peso molecular, variando de 500 a 3000 g/mol, possuir uma menor penetração na estrutura dentária, quando comparado com o ascorbato de sódio, que possui um peso molecular de 198.11 g/mol (Khamverdi et al., 2016; Eggula et al., 2019). Para um antioxidante ser eficaz na remoção dos radicais livres deve possuir um peso molecular inferior a 500 g/mol (Nair et al., 2019).

5.1.2.2.2. Chá verde

O chá verde é feito a partir da planta *Camellia sinensis* e possui na sua constituição flavanóis ou catequinas, tais como epicatequina (EC), galocatequina (GC), epigalocatequina (EGC) e, em maior número, galato de epigalocatequina (EGCG) (Patil et al., 2015; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019). O chá verde possui um poder antioxidante superior ao das vitamina C e E e esse facto pode ser explicado devido à presença das catequinas, que possuem a capacidade de doar iões hidrogénio dos grupos hidroxilo da sua estrutura (Patil et al., 2015; Khamverdi et al., 2016).

O chá verde é um produto que possui inúmeras vantagens, quando usado como agente antioxidante, tais como o facto de ser um produto barato, possuir um período de vida útil prolongado e, acima de tudo, de se tratar de um produto natural (Ozelin et al., 2014).

5.1.2.3. Carotenóides

5.1.2.3.1. Licopeno

O licopeno é uma substância carotenóide, tratando-se também de um pigmento (vermelho) natural, sintetizado por plantas. O licopeno está presente em frutas e legumes,

tais como tomates maduros e produtos feitos à base de tomate, nos quais está presente em 85%, e em melancias, malaguetas, goiabas, entre outros (Arumugam et al., 2014).

O licopeno possui a capacidade de eliminar radicais livres, mais predominantemente dos oxigénios singletos e dos radicais peróxido, sendo também capaz de desativar moléculas que sintetizam radicais livres (Arumugam et al., 2014). Apesar de possuir um menor peso molecular que a proantocianidina, apresenta valores menores de resistência adesiva, facto que pode ser explicado através da sua insolubilidade em água (Arumugam et al., 2014).

5.1.2.4. Conjugados

5.1.2.4.1. Aloe vera

A aloe vera ou aloe *barbadensis* é uma planta suculenta do género *Aloe*, sendo uma das mais versáteis no planeta terra (Kadiyala et al., 2015). Atualmente, a aloe vera é usada com vários propósitos, pois possui propriedades anti-bacterianas, anti-inflamatórias, anti-virais e também propriedades antioxidantes (Nair et al., 2019).

A sua capacidade antioxidante deve-se à composição da própria planta, nomeadamente aos polissacáridos encontrados no parênquima das folhas, mas também aos seus polifenóis, indóis e alcalóides (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019). A aloe vera contém ainda ácido ascórbico, tocoferol, vitamina A, vitamina B12, ácido fólico e colina (Kadiyala et al., 2015).

6. Adesão

Foi em 1955, com os estudos de Buonocore sobre a eficácia do condicionamento ácido, que surgiu o conceito de Dentisteria Adesiva (Sofan, et al., 2017). A adesão em Medicina Dentária é o processo pelo qual se unem dois substratos, sendo as forças adesivas, existentes entre estes substratos, que determinam o sucesso das restaurações (Nagarkar et al., 2019).

Ao falar de adesão, têm de ser compreendidos os conceitos de esmalte e dentina, principalmente as respetivas composições e estruturas, pois vão influenciar o processo de adesão (Sofan, et al., 2017).

6.1. Adesão ao esmalte

O esmalte, como visto anteriormente, é uma estrutura maioritariamente inorgânica, composta por cristais de hidroxiapatite. Este possui forças intermoleculares fortes e uma elevada energia de superfície (Sofan, et al., 2017). Assim, a adesão do esmalte a resinas à base de metacrilato é altamente previsível e exequível, na maioria dos processos restauradores (Bedran-Russo et al., 2017).

6.2. Adesão à dentina

A dentina é uma estrutura menos dura que o esmalte e que, ao contrário deste, possui maior humidade, forças intermoleculares fracas e baixa energia de superfície, sendo, por isso, o substrato que maior desafio oferece (Sofan, et al., 2017). O processo de adesão na dentina está dificultado pois, sendo um substrato hidrofílico, a dentina não se adequa bem à infiltração de monómeros hidrofóbicos de resina (Bedran-Russo et al., 2017). Há ainda o facto de que, em consequência da preparação dentária, surge uma camada formada por hidroxiapatite fragmentada e fibras de colagénio desnaturado, à qual se dá o nome de *smear layer*; esta possui prolongamentos para o interior dos túbulos dentinários, designados por *smear plugs* (Sofan, et al., 2017). Assim, diversas abordagens têm surgido, de modo a facilitar o processo adesivo.

6.3. Sistemas adesivos

Para que ocorra uma correta adesão, as superfícies dentárias devem estar limpas, deve existir uma boa molhabilidade, uma boa difusão dos monómeros de resina no esmalte e dentina e uma adequada polimerização da resina (Bedran-Russo et al., 2017). Existem diversas técnicas para realizar a adesão, as quais podem ser classificadas de

acordo com a geração a que pertencem ou de acordo ao mecanismo de adesão (Sofan, et al., 2017). Assim, dentro da classificação de acordo com o mecanismo de adesão, existem 2 sistemas *major*: sistemas *etch-and-rinse*, que podem ser executados em 3 ou em 2 passos e sistemas *self-etch*, que podem ser executados em 2 ou em apenas 1 passo (Bedran-Russo et al., 2017). Atualmente, os Médicos Dentistas têm optado pelos sistemas adesivos que podem ser usados como *etch-and-rinse* e/ou *self-etch*, os sistemas adesivos universais (Perdigão & Swift, 2015; Bedran-Russo et al., 2017; Sofan, et al., 2017).

A área da adesão tem vindo a ser cada vez mais desenvolvida e alvo de investigações, o que levou à produção de adesivos universais (ou *multi-mode*) (Oz & Kutuk, 2018), isto é, sistemas adesivos que podem ser usados como *etch-and-rinse* e/ou *self-etch*, que, por sua vez, têm sido, cada vez mais, a opção dos Médicos Dentistas (Perdigão & Swift, 2015; Antoniazzi et al., 2016; Bedran-Russo et al., 2017; Sofan, et al., 2017).

6.3.1. Sistemas adesivos *etch-and-rinse*

Na técnica *etch-and-rinse* os três compostos essenciais, (ácido, *primer* e adesivo), podem ser aplicados, sequencialmente, em separado (3 passos), ou pode ser aplicado o ácido e, posteriormente, o *primer* e o adesivo combinados (2 passos) (Bedran-Russo et al., 2017).

A técnica *etch-and-rinse* de 3 passos é bastante eficaz e capaz de obter ótimas forças adesivas, sendo o sistema mais versátil, por poder ser usado em qualquer protocolo de adesão (Sofan, et al., 2017). Nesta técnica, o ácido aplicado é o ácido ortofosfórico a 35-37%, aplicado por 15 a 20 segundos, com o intuito de criar microporosidades no esmalte (Sofan, et al., 2017) e remover cristais de hidroxiapatite da dentina (Ritter et al., 2018). Posteriormente, o *primer* é utilizado, sendo que no esmalte não terá um papel fundamental, mas na dentina irá, juntamente com o adesivo, formar uma zona de interdifusão dentina-resina, a camada híbrida (Sofan, et al., 2017; Ritter et al., 2018).

6.3.2. Sistemas adesivos *self-etch*

Os sistemas adesivos *self-etch* são classificados em *self-etch* de 2 passos, quando é usado o ácido e o *primer* em combinado e, posteriormente, o adesivo isolado, ou em *self-etch* de 1 passo, se todos os compostos forem aplicados em combinado, sendo a sua apresentação num só frasco (Sofan, et al., 2017).

Nestes sistemas adesivos, a aplicação isolada do ácido é dispensável, uma vez que já estão presentes na constituição *primers* acídicos capazes de provocar uma dissolução parcial da *smear-layer* (Bedran-Russo et al., 2017). Parte desta camada não será desmineralizada, uma vez que estes monómeros acídicos possuem um pH mais elevado que o ácido fosfórico, não permitindo a total hibridização da dentina, o que iria diminuir a adesão, porém, este sistema possui a capacidade de formar ligações químicas à dentina, ao cálcio dos cristais de hidroxiapatite, de forma a aumentar a adesão (Sofan, et al., 2017). Esta capacidade deve-se aos monómeros acídicos presentes como, por exemplo, o 4-META (4-metacriloxietil anidrido trimelítico), o 10-MDP (10-metacriloxietil di-hidrogénio fosfato), o Fenil-P (2-metacriloxietil-fenil-hidrogénio fosfato), entre outros (Bedran-Russo et al., 2017; Matos et al., 2017; Oz & Kutuk, 2018).

6.3.3. Sistemas adesivos universais

Os adesivos universais oferecem uma grande vantagem sobre os demais, pois estes adesivos estão aptos para serem utilizados quer na dentina, devido à sua semelhança com os adesivos *self-etch* de 1 passo, quer no esmalte, se previamente for aplicado ácido ortofosfórico apenas no esmalte, executando, deste modo, a técnica de condicionamento “*selective enamel etching*” (Perdigão & Swift, 2015).

Estes adesivos resultam da combinação de vários monómeros, quer hidrofóbicos, quer hidrofílicos, quer intermédios, o que irá permitir uma correta união entre a restauração a resina composta, que é hidrofóbica, e a estrutura dentária, hidrofílica (Sofan, et al., 2017). O monómero funcional mais popular é o 10-MDP, sendo este o mais estável e estando presente na maioria dos sistemas (Bedran-Russo et al., 2017).

7. Testes de resistência adesiva

7.1. Microtração

A adesão, como falado anteriormente, é a força adesiva existente entre dois substratos. Existem diversas formas de testar estas forças como, por exemplo, através de testes de tração (TBS), testes de microtração (μ TBS), testes de cisalhamento (SBS) ou testes de microcisalhamento (μ SBS), sendo que, atualmente, não existe consenso por parte da comunidade científica sobre qual o teste mais fiável a realizar no âmbito da Medicina Dentária (Armstrong et al., 2010). Contudo, a avaliação da resistência adesiva através de testes de microtração tem sido a metodologia utilizada nos estudos efetuados mais recentemente (Anusavice et al., 2013).

O teste para medir a resistência adesiva por microtração apresenta diversas vantagens, entre as quais a diminuição da ocorrência de fraturas coesivas, menor variabilidade, possibilidade de serem calculadas médias e variâncias por dente e possibilidade de testar a adesão de superfícies irregulares e de áreas muito pequenas (Pashley et al., 1995). Todavia, apresenta também algumas desvantagens pois, para além de requerer equipamento especial, requer um elevado tempo de trabalho e técnica por parte do investigador, apresenta dificuldade em medir valores de força baixos e possui uma maior facilidade em provocar desidratação das amostras, dado o seu tamanho reduzido (Pashley et al., 1995).

O valor da resistência adesiva é obtido dividindo a força de tração no momento da fratura pela área da secção da amostra, perpendicular à direção da aplicação da força (Anusavice et al., 2013). De acordo com as normas ISO/TS 11405:2015, a força de tração será expressa em Newtons (N) e a área expressa em mm^2 , indicando, posteriormente, o valor da resistência adesiva, expresso em Megapascals (MPa), como demonstrado na equação seguinte (4) (ISO 11405, 2015).

$$(4) \quad \text{N} / \text{mm}^2 = \text{MPa}$$

Com este estudo pretende-se avaliar a eficácia do uso de agentes antioxidantes após o branqueamento dentário na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte, de forma a estudar a sua viabilidade para situações clínicas futuras.

II. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do uso de agentes antioxidantes após o branqueamento dentário na resistência adesiva das restaurações a resina composta.

1. Hipótese de estudo

Hipótese nula ($H1_0$) – Não se verificam diferenças estatisticamente significativas no uso de agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado.

Hipótese alternativa ($H1_1$) – Verificam-se diferenças estatisticamente significativas no uso de agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado.

Hipótese nula ($H2_0$) – Não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado.

Hipótese alternativa ($H2_1$) – Verificam-se diferenças estatisticamente significativas entre os agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente investigação obteve o parecer da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM).

1. Materiais

1 – 20 dentes molares hígidos

Os 20 molares hígidos são provenientes do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Universitária Egas Moniz, cuja extração foi indicada por motivos periodontais ou ortodônticos, sendo que cada doação tem como base um consentimento informado, que autoriza a doação e utilização dos mesmos para estudos realizados no Instituto (Anexo 1).

Todos eles foram armazenados de acordo com as normas ISO 11405 (International Organization for Standardization).

De forma a controlar o maior número de variáveis possível, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão e assim obter uma amostra adequada para responder ao objetivo desta investigação. Os critérios de inclusão: molares hígidos, ausência de lesões de cáries dentárias e restaurações; e critérios de exclusão: presença de lesões de cáries dentárias, restaurações, *cracks* ou fissuras no esmalte, historial médico que pudesse interferir na formação do esmalte.

2 – Gel de branqueamento Whiteness Perfect™ 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil); Lote: 120719; Validade: 07/2021; Composição: Peróxido de carbamida, Carbopol Neutralizado, Nitrato de potássio, Fluoreto de Sódio, Umectante (Glicol), Água desionizada; pH= 6,5.

3 – Antioxidantes:

3.1 Antioxidante Ascorbato de Sódio

Preparado no Laboratório de Preparações do IUEM; Sodium L-ascorbate, Sigma Aldrich, Alemanha; Preparação: 10 g de ascorbato de sódio (Sodium L-ascorbate, Sigma

Aldrich, Alemanha) dissolvido em 100 mL de água destilada; Composição: Ascorbato de sódio (10%), carbopol 934 (2,5%) em H₂O ultrapura; pH=7 ajustado com trietanolamina.

3.2 Antioxidante α -tocoferol

Preparado no Laboratório de Preparações do IUEM; (\pm)- α -tocopherol, Sigma Aldrich, Alemanha; Lote: MKCH9971; Preparação: 10 g de α -tocoferol [(\pm)- α -tocopherol, Sigma Aldrich, Alemanha] diluído em 100 mL de etanol;

4 – Sistema adesivo

Ácido: OCTACID (Clarben, T012RD, Lidingo, Sweden); Lote: C053793; Validade: 12/2022; 37% ácido ortofosfórico; pH= 0,1 – 0,4.

Primer: OPTIBOND™ FL PRIMER (Kerr, Scafati, Itália); Lote: 7205784; Validade: 31/05/2021; Composição: HEMA, GPDM, MMEP, água, álcool, canforoquinona (CQ), BHT; pH= 1,9.

Adesivo: OPTIBOND™ FL ADESIVO (Kerr, Scafati, Itália); Lote: 7195034; Validade: 30/09/2020; Composição: Bis-GMA, HEMA, GDMA, CQ, ODMAB, 48% partículas de carga inorgânica, ácido silícico pirogênico, aluminoborosilicato, fluorosilicato de sódio.

5 – Resina composta nano-híbrida GrandioSO™ na cor A1 (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha); Lote: 1939308; Validade: 03/2022; Composição: Matriz orgânica: Dimetacrilato (11%), Fillers: Sílica coloidal e vidro de bário (89%); Nano-partículas de sílica coloidal 20-40 nm; micropartículas de vidro de bário 1 μ m.

As quantidades dos diferentes materiais utilizados nesta investigação estão referidas no Anexo 2.

2. Método

1) Imediatamente após a extração das peças dentárias, estas foram colocadas em água destilada a 4°C.

2) Posteriormente, foi efetuada uma raspagem manual, com recurso a uma cureta Gracey 3/4, de forma a remover os restos de tecido orgânico e ligamento remanescente da superfície externa dos dentes, segundo as normas ISO/TS 11405: 2015 (E). Os dentes foram guardados por um período não superior a uma semana numa solução de cloramina trihidratada a 1%, promovendo a desinfecção dos mesmos. Após este período de desinfecção, os dentes voltaram a ser colocados e armazenados em água destilada a 4°C.

3) Aleatoriamente, estes dentes foram distribuídos em 4 grupos: G0 – Branqueamento + Restauração imediata (n =10); G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias (n = 10); G2 – Branqueamento + Antioxidante A (Ascorbato de sódio) + Restauração imediata (n= 10); e G3 – Branqueamento + Antioxidante B (α -tocoferol) + Restauração imediata (n= 10) (Figura 5).

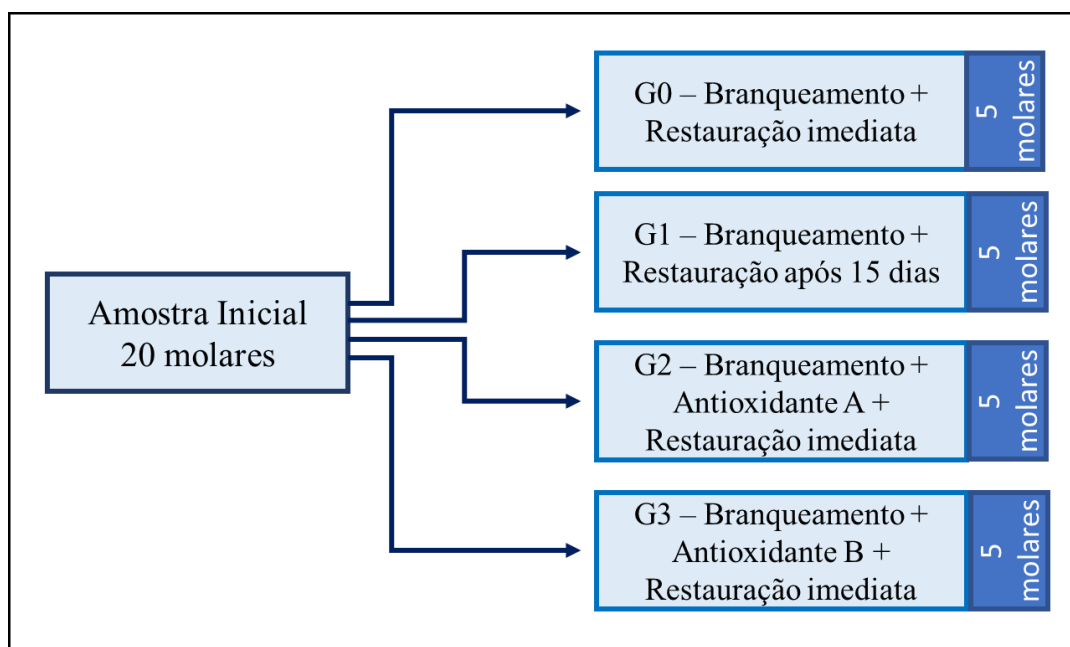


Figura 5 – Esquema do desenho experimental do estudo.

4) De seguida, os dentes foram fixados em suportes próprios, com recurso a cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, Inglaterra), de forma a serem seccionados

num corte único, num micrótom de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca) à velocidade de 0,125 mm/min, em duas metades idênticas, no sentido vestibulo-lingual / vestibulo-palatino, permitindo a obtenção intacta das faces mesiais e distais, obtendo-se, por cada grupo, um total de 10 espécimes, ao invés de 5 (Figura 6).

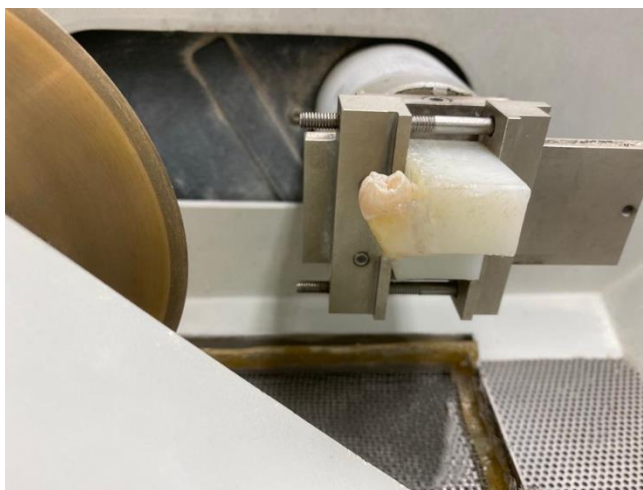


Figura 6 – Representação de seccionamento de um dente.

5) Após os cortes seccionais, os dentes ficaram com a câmara e os canais pulpares expostos, o que permitiu remover todos os remanescentes biológicos presentes nos mesmos com auxílio de uma cureta Gracey 3/4, sendo, posteriormente, este espaço livre preenchido com cola de cianoacrilato (Wurth® Cola Rápida, Künzelsau, Alemanha) usando o ativador de cola do mesmo conjunto (Wurth® Ativador, Künzelsau, Alemanha), de forma a ficar selado (Figura 7).



Figura 7 – Representação de amostras seladas após remoção dos remanescentes biológicos.

6) Foram guardadas as amostras em recipientes, separados por grupos, em água destilada à temperatura fixa de 4°C, até se iniciarem os procedimentos seguintes.

7) Seguidamente, as amostras foram fixadas e estabilizadas num suporte calibrado (10 mm x 5 mm x 6 mm, aproximadamente), com o intuito de delimitar a área sujeita à ação dos géis e, mais tardiamente, a área a ser restaurada. Os dentes foram dispostos com a face mesial ou distal na zona do orifício, utilizando uma cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, Inglaterra) (Figura 8).



Figura 8 – Representação de amostras fixas num suporte calibrado.

8) As amostras foram guardadas em recipientes separados por grupos, em saliva artificial, numa estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) a 37°C, saliva essa renovada diariamente até ser concluído o estudo.

Estando assim preparadas as amostras, deu-se início ao estudo.

9) As amostras foram retiradas do local de armazenamento, secas com uma compressa esterilizada e foi realizado o branqueamento de cada espécime com o agente branqueador Whiteness Perfect™ 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil), nos grupos G0, G1, G2 e G3, segundo as indicações do fabricante ([Anexo 3](#)) (Figura 9).



Figura 9 – Representação do processo de branqueamento das amostras.

10) As amostras foram colocadas em caixas de Petri sobre compressas esterilizadas, humedecidas com água destilada, e introduzidas novamente na estufa a 37°C durante 4 horas de tempo de atuação do gel de branqueamento.

11) Passado o tempo de atuação recomendado pelo fabricante, as amostras foram retiradas da estufa e foram limpas com uma gaze esterilizada e, posteriormente, os dentes foram lavados com água destilada.

As etapas 9, 10 e 11 foram repetidas ao longo de 7 dias. Entre as aplicações diárias do gel as amostras foram armazenadas em recipientes selados contendo saliva artificial, renovada diariamente, numa estufa a 37°C, durante 24 horas.

12) Imediatamente após o término do processo de branqueamento, foi aplicado o gel de ascorbato de sódio a 10% no grupo G2 e o antioxidante α -tocoferol no grupo G3, ambos durante um período de 10 minutos (Figura 10).



Figura 10 – Representação da aplicação de antioxidante na amostra.

Os grupos G0 e G1 permaneceram na estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) a 37°C, em saliva artificial, saliva essa renovada diariamente até ser concluído o estudo.

13) Passado o tempo de atuação do agente antioxidante, as amostras foram limpas com uma gaze esterilizada e, posteriormente, os dentes foram lavados com água destilada.

14) O grupo G1 foi guardado num recipiente, em saliva artificial, numa estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) a 37°C, saliva essa renovada diariamente até ser concluído o estudo, enquanto que os grupos G0, G2 e G3 foram restaurados imediatamente, de acordo com os seguintes passos.

15) De forma a simular o esmalte instrumentado, recorreu-se a uma polidora LaboPol-4 (Struers, Ballerup, Dinamarca), com uma lixa SiC de 600 grit (Buehler, Lake Bluff, IL, USA) durante, aproximadamente, 60 segundos, sob água corrente.

16) Após esta fase, foram condicionados, com recurso a ácido ortofosfórico a 37%, durante 15 segundos, lavados com água durante 15 segundos e secados com jato de ar. Depois, foi usado um sistema adesivo *etch-and-rinse* de três passos Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália), seguindo as instruções do fabricante (Anexo 4).

17) Posteriormente, procedeu-se à construção de blocos de resina composta com resina composta nano-híbrida GrandioSO™ na cor A1 (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha), em incrementos de 2 mm, até se obter uma altura de cerca de 6 mm nas faces mesiais e distais de cada dente, fotopolimerizando por um tempo mínimo de 20 segundos, com recurso ao fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA), conforme instruções do fabricante (Anexo 4). Com o uso deste fotopolimerizador é possível atingir uma radiação mínima de 1470 mW/cm², testado e medido entre cada 10 utilizações com uso do radiómetro Optilux Radiometer (SDS Kerr, Orange, EUA).

18) Seguidamente, as amostras foram mergulhadas em saliva artificial e armazenadas numa estufa de incubação a 37°C, durante 24h.

19) O grupo G1, depois do tempo de espera (15 dias), foi submetido ao mesmo processo que os demais grupos, desde a etapa 15 à etapa 18.

20) Após todas estas etapas, os complexos dente-restauração foram removidos dos suportes que delimitavam a área a restaurar e as amostras foram armazenadas, uma vez mais, em saliva artificial, numa estufa de incubação a 37°C, durante 24h.

21) Após este período, todos os espécimes foram novamente submetidos ao micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca), com o auxílio de uma cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, Inglaterra) onde foram cortados palitos com aproximadamente $1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$ de área, no sentido mesio-distal.

22) Todos os palitos considerados viáveis, com presença de esmalte e resina e tamanho mínimo de 12 mm, foram medidos em comprimento e largura, com recurso a uma craveira digital, de sensibilidade calibrada $\pm 0,02\text{mm}$, Storm Digital Caliper (CDC/N 0 150mm, Pontoglio, BS, Itália), posicionada no local mais próximo da interface esmalte-resina, conseguindo, desta forma, calcular com a maior exatidão possível a área de fratura.

23) Finalizada a medição e numeração dos palitos, estes foram colados individualmente num jig de aço inoxidável de Geraldeli com o auxílio de cola de cianoacrilato (Würth® Cola Rápida, Künzelsau, Alemanha) usando o ativador de cola do mesmo conjunto (Würth® Activador, Künzelsau, Alemanha) e, seguidamente, os palitos foram testados em tensão até ocorrer fratura, numa máquina de testes universais (Schimadzu Autograph AG-IS, Tóquio, Japão) a uma velocidade de 0,5mm/min (Figura 11).

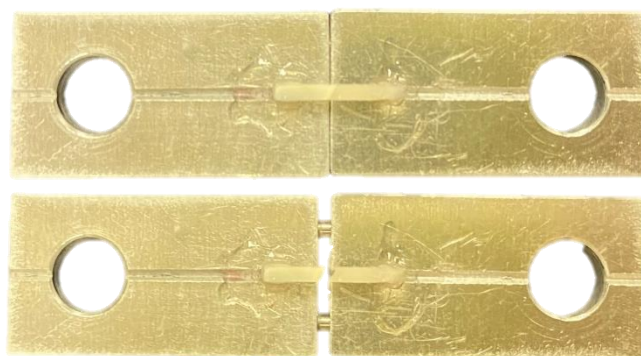


Figura 11 – Representação de um palito fixado num jig de aço inoxidável de Geraldeli.

As forças de microtração, expressas em MPa, foram calculadas através da divisão da força aplicada no momento da fratura pela área da superfície aderida.

23) Após a fratura do palito, foi prontamente analisado o ponto de fratura, com auxílio de um microscópio ótico com ampliação de 20x (Leica ATC2000, Leica Microsystem, Buffalo, E.U.A.), de forma a classificar a fratura conforme o local onde ocorreu (Figura 12).

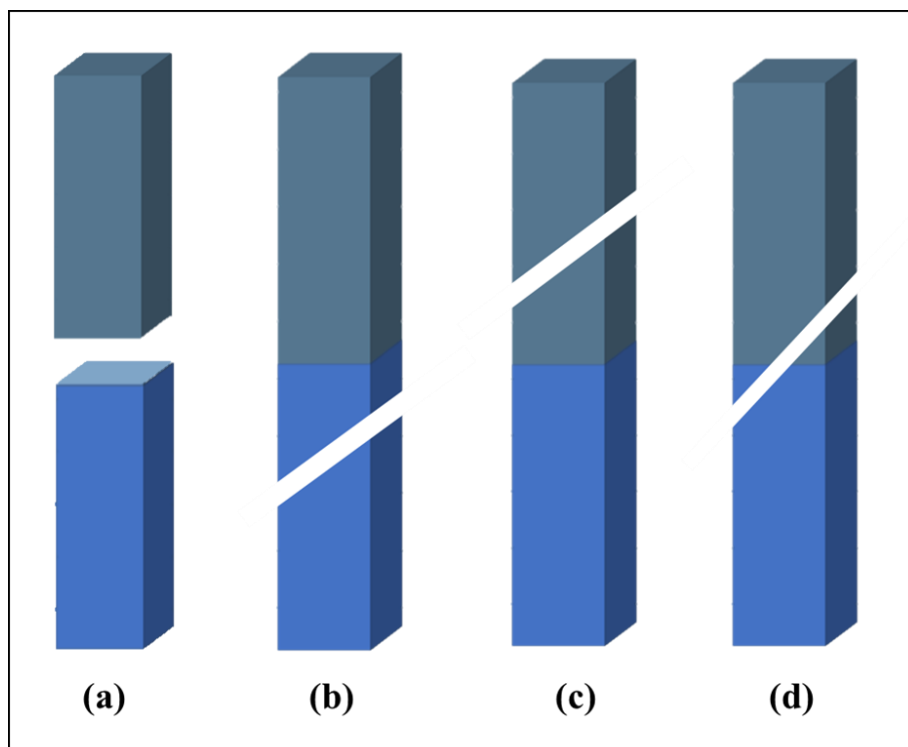


Figura 12 – Esquema representativo dos tipos de fratura. (a) – Fratura Adesiva; (b) – Fratura Coesiva no esmalte; (c) – Fratura Coesiva na resina; (d) – Fratura Mista.

Trata-se de uma Fratura Adesiva, se a mesma se der na interface adesiva (a); Fratura Coesiva se a falha se der exclusivamente a nível do esmalte ou da resina, podendo designar-se por Fratura Coesiva no esmalte (b) ou na resina (c), respetivamente, ou Fratura Mista, se a falha se der ao nível da interface adesiva e esmalte e/ou resina composta (d), como esquematizado na figura anterior (Armstrong et al., 2017).

3. Análise Estatística

Os dados obtidos neste estudo foram todos transcritos para o programa IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences), na versão 25.0 para Windows.

Fixou-se, como valor de referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula, um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) em todas as análises interferenciais.

Para proceder à análise e comparação das médias dos valores de resistência adesiva foi aplicado o teste ANOVA, onde previamente foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias.

IV. RESULTADOS

Os resultados que surgiram da aplicação dos diferentes testes estatísticos sob os valores resultantes da atividade experimental foram analisados e compilados em gráficos e tabelas, de modo a ser possível uma melhor interpretação dos resultados e comparação entre os grupos.

O número de palitos resultante por cada amostra de cada grupo variou entre os três e os nove palitos.

Primeiramente, através da análise do Gráfico 1, podemos observar que a fratura mais predominante no grupo sujeito a branqueamento com restauração imediata (G0) é a fratura adesiva, no grupo sujeito a branqueamento com restauração após 15 dias (G1) é a fratura coesiva no esmalte e em ambos os grupos branqueados e que antes de serem restaurados estiveram em contacto com um agente antioxidante [ascorbato de sódio (G2) ou α -tocoferol (G3)] é a fratura coesiva na resina.

Assim, e analisando também a Tabela 1, pode ser constatado que não existe homogeneidade na distribuição dos tipos de fratura entre os diferentes grupos deste estudo.

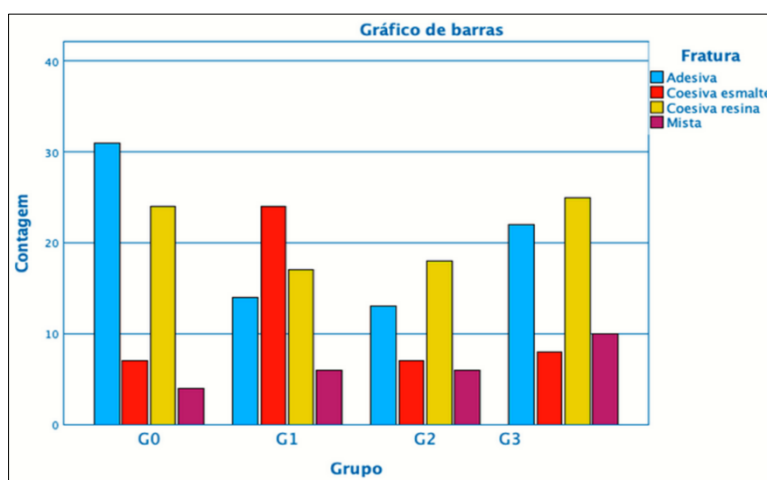


Gráfico 1 - Análise dos tipos de fratura existentes nos diferentes grupos. G0 – Branqueamento + Restauração imediata; G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento + Antioxidante ascorbato de sódio + Restauração imediata; e G3 – Branqueamento + Antioxidante α -tocoferol + Restauração imediata.

Tabela 1 - Análise dos tipos de fratura representados em cada grupo. G0 – Branqueamento + Restauração imediata; G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento + Antioxidante ascorbato de sódio + Restauração imediata; e G3 – Branqueamento + Antioxidante α -tocoferol + Restauração imediata.

		Tipos de fratura			
		Adesiva	Coesiva esmalte	Coesiva resina	Mista
Grupos	G0	n = 31 (47%)	n = 7 (10,6%)	n = 24 (36,4%)	n = 4 (6%)
	G1	n = 14 (23%)	n = 24 (39,3%)	n = 17 (27,9%)	n = 6 (9,8%)
	G2	n = 13 (29,5%)	n = 7 (15,9%)	n = 18 (40,9%)	n = 6 (13,7%)
	G3	n = 22 (33,8%)	n = 8 (12,3%)	n = 25 (38,5%)	n = 10 (15,4%)
Total		n = 80	n = 46	n = 84	n = 26

De forma a comprovar estatisticamente esta conjectura, foi aplicado o teste Qui-quadrado de Pearson, que resultou num nível de significância estatística (p) de 0,001 para a hipótese nula ‘Existe homogeneidade no tipo de fratura entre os grupos’. Dado o valor ser inferior ao valor fixado como valor de referência de nível de significância, 5% ($p \leq 0,05$), a hipótese nula é rejeitada e pode ser concluído que estatisticamente existe heterogeneidade da tipologia de fratura entre os grupos.

Posteriormente, foram analisados os valores médios da resistência adesiva (MPa) de cada grupo, estando esses valores representados nos Gráficos 2 e 3 e na Tabela 2.

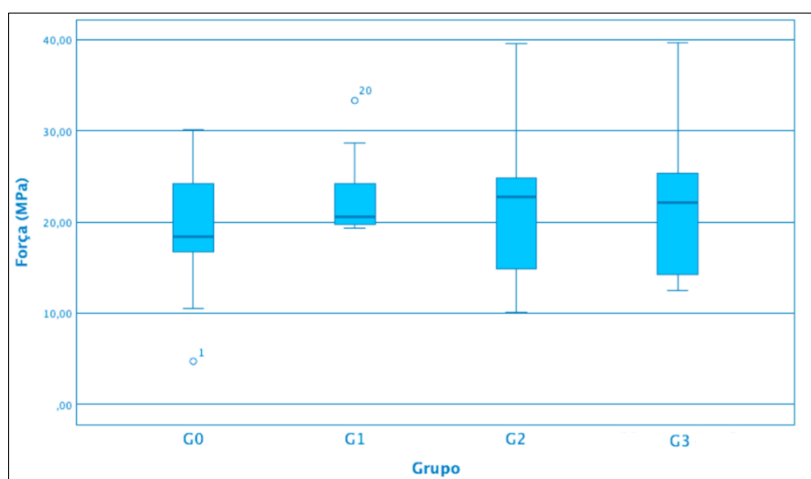


Gráfico 2 - Boxplot – Distribuição das resistências adesivas pelos grupos. G0 – Branqueamento + Restauração imediata; G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento + Antioxidante ascorbato de sódio + Restauração imediata; e G3 – Branqueamento + Antioxidante α -tocoferol + Restauração imediata.

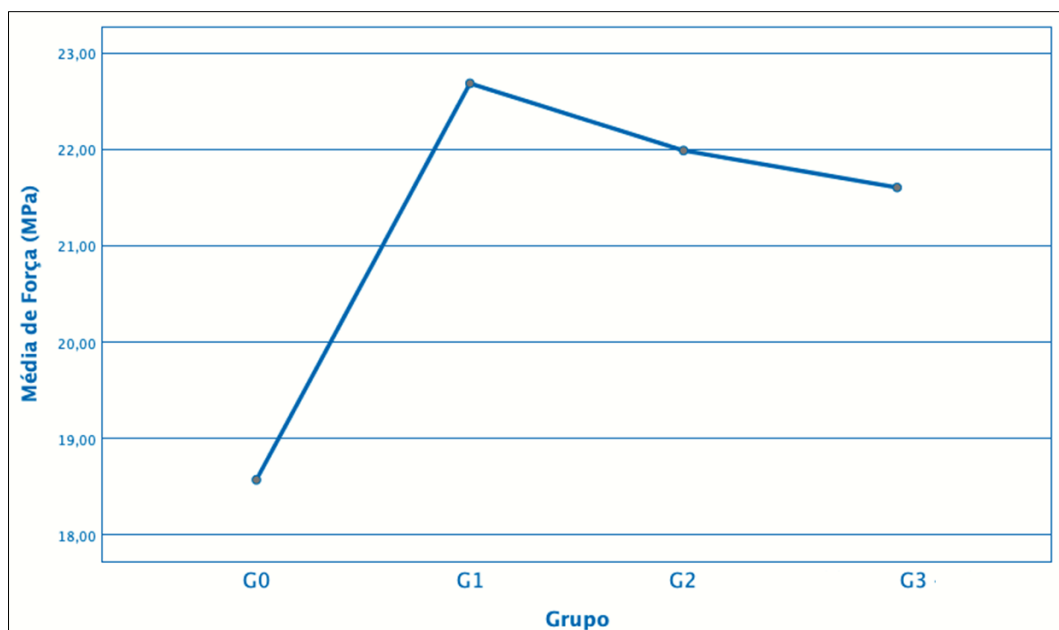


Gráfico 3- Comparação das médias de resistência adesivas de todos os grupos. G0 – Branqueamento + Restauração imediata; G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento + Antioxidante ascorbato de sódio + Restauração imediata; e G3 – Branqueamento + Antioxidante α -tocoferol + Restauração imediata.

Tabela 2: Estatística descritiva dos valores de resistência adesiva. G0 – Branqueamento + Restauração imediata; G1 – Branqueamento + Restauração após 15 dias; G2 – Branqueamento + Antioxidante ascorbato de sódio + Restauração imediata; e G3 – Branqueamento + Antioxidante α -tocoferol + Restauração imediata.

Força (MPa)								
	N	Média	Erro Desvio	Erro Erro	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
G0	10	18,5697	7,36544	2,32916	13,3008	23,8387	4,72	30,18
G1	10	22,6872	4,71552	1,49118	19,3139	26,0604	19,33	33,32
G2	10	21,9898	8,38923	2,65291	15,9885	27,9911	10,11	39,57
G3	10	21,6056	8,39592	2,65502	15,5995	27,6116	12,48	39,73
Total	40	21,2131	7,25962	1,14785	18,8913	23,5348	4,72	39,73

Através da análise das médias de resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos, pode ser observado que o grupo que apresentou os menores valores de resistência adesiva foi o grupo que foi submetido a branqueamento dentário com restauração imediata (G0), com uma força média de 18,57 ($\pm 7,37$) MPa, o que é facilmente explicável pelo facto de o branqueamento dentário diminuir a resistência adesiva da resina composta à estrutura dentária.

Analisando quer os Gráficos 2 e 3, quer a Tabela 2 pode constatar-se também que o grupo que apresentou os maiores valores de resistência adesiva foi o grupo submetido a branqueamento dentário com restauração após 15 dias (G1), com uma força média de 22,69 (\pm 4,72) MPa.

Em ambos os grupos branqueados e que antes de serem restaurados estiveram em contacto com um agente antioxidante [ascorbato de sódio (G2) ou α -tocoferol (G3)] os valores médios de resistência adesiva foram inferiores ao grupo submetido a branqueamento dentário com restauração após 15 dias (G1) mas superiores ao grupo submetido a branqueamento dentário com restauração imediata (G0), sendo os seus valores médios de resistência adesiva, respetivamente, 21,99 (\pm 8,39) MPa e 21,61 (\pm 8,40) MPa.

De forma a avaliar estatisticamente estes dados, foi aplicado o teste ANOVA, o qual resultou num nível de significância estatística (p) de 0,614 para a hipótese nula ‘Existe semelhança entre os valores médios de resistência adesiva dos quatro grupos do estudo’. Dado o valor ser superior ao valor fixado como valor de referência de nível de significância, 5% ($p \geq 0,05$), a hipótese nula é aceite e podemos concluir que estatisticamente existe semelhança entre os valores médios de resistência adesiva nos grupos, não existindo, portanto, diferenças significativas.

Assim, em termos estatísticos, após a aplicação do teste ANOVA pode afirmar-se que, apesar de existirem diferenças entre os valores médios de resistência adesiva entre os grupos, essas diferenças não são estatisticamente significativas.

V. DISCUSSÃO

O branqueamento dentário é um procedimento cada vez mais em voga, tendo tido uma busca crescente ao longo dos últimos anos.

São vários os estudos que têm demonstrado que os agentes branqueadores afetam de um modo negativo a resistência adesiva da resina composta à superfície dentária (Khamverdi et al., 2016; Nair et al., 2019; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019), prejudicando, assim, a adesão em diversas situações clínicas. Destacando alguns exemplos, situações nas quais seja necessário realizar um selamento canalar após branqueamento, restaurações de lesões de fratura (Ismail et al., 2017), adesão de peças protéticas indiretas aos dentes, aplicação de aparatologia ortodôntica fixa nas peças dentárias, entre outros.

Por vezes, o paciente não possui disponibilidade para aguardar que este efeito adverso temporário suma, sendo que seria benéfico, quer para o paciente, quer para o Médico Dentista, a criação de uma solução capaz de reverter este efeito temporário e, assim, surge a tentativa de aliar o uso de agentes antioxidantes à prática da Medicina Dentária.

Neste estudo, o objetivo foi avaliar se após branqueamento com o uso quer do antioxidante ascorbato de sódio, quer do antioxidante α -tocoferol, existia ou não um aumento das forças adesivas.

Os dentes foram submetidos a branqueamento com o agente branqueador peróxido de carbamida, Whiteness PerfectTM 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil), sendo este aplicado conforme as indicações do fabricante, de modo a mimetizar *in vitro* o branqueamento em ambulatorio.

O antioxidante ascorbato de sódio pode ser sintetizado em hidrogel ou em solução. Neste estudo, a formulação usada foi em hidrogel e não em solução, uma vez que este apresenta melhor comportamento reversível da diminuição da resistência adesiva (Kimyai et al., 2010), ideia também defendida nos estudos de Kaya et al. (2008) e Türkün et al. (2009), que explicam estes determinados resultados por existir uma libertação dos compostos ativos num intervalo de tempo maior quando usado o ascorbato de sódio em gel.

Por sua vez, o antioxidante α -tocoferol foi utilizado em solução, dado ser desta forma que ele aparece descrito na literatura, solução esta com uma concentração de 10%, resultado da dissolução de 10 g do composto α -tocoferol em 100 mL de etanol (Garcia et al., 2012; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

O ascorbato de sódio foi usado também numa concentração de 10%, uma vez que, através dos estudos de Türkün et al. (2009), que avaliou a *performance* de diferentes concentrações de ascorbato de sódio em hidrogel, sendo elas 2,5%, 5% e 10%, como forma de reverter o decréscimo de resistência adesiva após branqueamento, foi concluído que o ascorbato de sódio à concentração de 10% era capaz de reverter os níveis da resistência adesiva.

Relativamente ao tempo de aplicação dos agentes antioxidantes, o α -tocoferol foi aplicado durante 10 minutos, uma vez que a literatura existente está em concordância, definindo o tempo de aplicação deste mesmo agente antioxidante em 10 minutos (Garcia et al., 2012; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

O ascorbato de sódio foi aplicado durante o mesmo intervalo de tempo de aplicação do agente α -tocoferol, 10 minutos, uma vez que, segundo os estudos de Subramonian et al. (2015) e Thapa et al. (2013), a aplicação de ascorbato de sódio a 10% durante 10 minutos era eficaz como forma de aumentar as forças da resistência adesiva após branqueamento. Contudo, outros estudos defendem que 10 minutos de contacto entre a superfície branqueada e o agente antioxidante não são suficientes para reverter o

efeito na resistência adesiva (Tabatabaei et al., 2011) como, por exemplo, o estudo de Ozelin et al. (2014), no qual foram estudados diferentes tempos de aplicação, sendo eles 15, 30 e 60 minutos, e que concluiu que apenas quando os dentes eram submetidos a 60 minutos de contacto com o agente antioxidante é que existia, efetivamente, efeito.

Um fator importante para compensar a redução da resistência adesiva após branqueamento é a composição química dos adesivos, facto que ficou bem evidenciado nos estudos de Türkmen et al. (2016). Neste estudo, foi empregue um sistema adesivo *etch-and-rinse*, mais concretamente, o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália), uma vez que estes sistemas apresentam forças adesivas maiores após branqueamento, quando comparados com sistemas adesivos *self-etch* (Türkmen et al., 2016). Vidhya et al. (2011) referiu que uma das formas de reduzir os efeitos adversos do branqueamento na adesão esmalte-resina composta seria a aplicação de uma solução dispersante nas superfícies branqueadas, pelo que se consegue obter esse efeito, com o uso deste adesivo que se apresenta como um adesivo com base alcoólica (etanol).

De forma a testar as hipóteses deste estudo, após ter ocorrido um processo restaurador nas amostras, foi avaliada a resistência adesiva através de um teste de microtração, como descrito anteriormente.

Após o tratamento de dados, é possível concluir que o grupo sujeito a branqueamento com restauração imediata (G0) foi o grupo com maior número de fraturas adesivas, facto facilmente explicável pela diminuição das forças adesivas que ocorre entre a resina composta e a estrutura dentária, após o branqueamento dentário, devido à presença de elevados níveis de peróxidos residuais e de iões de oxigénio residuais (Li & Greenwall, 2013; Patil et al., 2015; Sharafeddin & Farshad, 2015; Khamverdi et al., 2016; Sharafeddin et al., 2016; Lokhande et al., 2018; Coppla et al., 2019).

Em consequência da presença de elevados níveis de peróxidos residuais, ocorre substituição de radicais hidroxilo dos cristais de hidroxiapatite por iões de peróxido,

levando à formação de peróxido-apatite, o que irá contribuir para a inibição do processo de adesão (Arumugam et al., 2014; Nair et al., 2019; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

Quando se analisa o grupo sujeito a branqueamento com restauração após 15 dias (G1) pode observar-se que a fratura predominante não é a fratura adesiva, mas sim a fratura coesiva no esmalte, assim como em ambos os grupos branqueados e que antes de serem restaurados estiveram em contacto com um agente antioxidante [ascorbato de sódio (G2) ou α -tocoferol (G3)], nos quais a fratura predominante é a fratura coesiva na resina.

O número de fraturas adesivas no grupo sujeito a branqueamento com restauração após 15 dias (G1) é menor do que o número de fraturas adesivas do grupo sujeito a branqueamento com restauração imediata (G0), facto que se apresenta em concordância com a literatura, dado que refere que este efeito adverso sob a adesão é tempo dependente e que, após algum tempo, irá ocorrer a libertação do oxigénio através de microcirculação pulpar e as forças de adesão serão restabelecidas para valores normais (Arumugam et al., 2014; Majeed et al., 2015).

Em relação à média dos valores de resistência adesiva, apesar de graficamente serem notórias ligeiras diferenças entre as médias das resistências adesivas entre os diferentes grupos, estatisticamente não há relevância significativa.

Este facto pode ser explicado através das limitações subjacentes a este estudo, das quais se destacam o tamanho da amostra, que se apresenta extremamente reduzido, quando comparado com estudos semelhantes (Coppla et al., 2019; Nair et al., 2019; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019), e a influência de inúmeras variáveis, tais como o tempo de semi-vida dos agentes antioxidantes, que se apresenta curto (Khamverdi et al., 2016), o que acaba por dificultar também a sua empregabilidade na prática clínica.

Assim, após a realização da atividade experimental e tratamento dos dados obtidos na mesma, e tendo em atenção as limitações subjacentes a este estudo, ambas as hipóteses nulas, ‘Não se verificam diferenças significativas no uso de agentes antioxidantes na

resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.’ e ‘Não se verificam diferenças significativas entre os agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.’ são aceites, sendo, ambas as hipóteses alternativas rejeitadas.

Dadas as limitações encaradas na presente investigação, reveste-se de interesse a futura realização de um estudo que inclua um maior número de amostras, com o intuito de aferir melhor qual o papel exato da aplicação dos agentes antioxidantes sob o esmalte branqueado.

VI. CONCLUSÃO

A utilização dos agentes antioxidantes após branqueamento dentário, de forma a melhorar a resistência adesiva, tem sido um tema alvo de pesquisa nos últimos anos. Nesta investigação, e tendo em conta as limitações inerentes à mesma, é possível concluir que:

- Não existiram diferenças estatisticamente significativas entre a resistência adesiva de uma restauração a resina composta realizada imediatamente após branqueamento dentário e de uma restauração após um intervalo de 15 dias;
- A utilização do agente antioxidante ascorbato de sódio imediatamente após o branqueamento dentário não apresentou melhorias a nível da resistência adesiva estatisticamente significativas, quando comparada com a restauração a resina composta realizada imediatamente após branqueamento;
- A utilização do agente antioxidante α -tocoferol imediatamente após o branqueamento dentário não apresentou melhorias a nível da resistência adesiva estatisticamente significativas, quando comparada com a restauração a resina composta realizada imediatamente após branqueamento;

Dado tratar-se de um tema recente, existem ainda vários estudos a realizar, de modo a conseguir entender, na íntegra, de que forma os agentes antioxidantes atuam na superfície dentária.

Assim, seguindo esta linha de investigação, algumas perspetivas futuras a estudar poderão passar por:

- Avaliar a eficácia da aplicação do agente antioxidante α -tocoferol na resistência adesiva, não em solução, mas em gel;

- Avaliar a existência de efeitos adversos que possam advir do uso de agentes antioxidantes na prática clínica;
- Avaliar a possível pigmentação que possa ocorrer por parte dos agentes antioxidantes;
- Avaliar o efeito do uso de agentes antioxidantes na resistência adesiva após branqueamento dentário, com recurso a ensaios clínicos;
- Avaliar possíveis técnicas de armazenamento dos agentes antioxidantes, de modo a conseguir aumentar a estabilidade e o tempo de semi-vida dos mesmos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, M. S., Bombonatti, J. F. S., Maenosono, R. M., Soares, A. F., Wang, L., & Mondelli, R. F. L. (2016). Effect of two antioxidants agents on microtensile bond strength to bleached enamel. *Brazilian Dental Journal*, 27(5), 532–536. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600757>

Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dental Journal*, 26, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2014.02.002>

Antoniazzi, B. F., Nicoloso, G. F., Lenzi, T. L., Soares, F. Z. M., & Rocha, R. de O. (2016). Selective acid etching improves the bond strength of universal adhesive to sound and demineralized enamel of primary teeth. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18(4), 311–316. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36154>

Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' Science of Dental Material* (12^a ed, pp. 48-52). St. Louis, Missouri: W. B Saunders Company

Armstrong, S., Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Van Meerbeek, B. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.015>

Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., & Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26(2). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.155>

Arumugam, M.T., Nesamani, R., Kittappa, K., Sanjeev, K., Sekar, M. (2014). Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(1), e22-e26.

Barbosa, C. M., Sasaki, R. T., Florio, F. M., & Basting, R. T. (2008). Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 9(2), 081–088. <https://doi.org/10.5005/jcdp-9-2-81>

Barghi, N., & Godwin, J. M. (1994). Reducing the Adverse Effect of Bleaching on Composite-Enamel Bond. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 6(4), 157–161.

Barry, T. N., Bailey, C. W., Ashcraft-Olmscheid, D., & Vandewalle, K. S. (2017). Effect of a new bleaching gel on tooth whitening. *Operative Dentistry*, 42(5), 559–566. <https://doi.org/10.2341/16-200-L>

Bedran-Russo, A., Leme-Kraus, A. A., Vidal, C. M. P., & Teixeira, E. C. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface. *Dental Clinics of North America*, 61, 713–731. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>

Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: What we now know. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14(SUPPL.), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2014.02.006>

Chun, K. J., Choi, H. H., & Lee, J. Y. (2014). Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *Journal of Dental Biomechanics*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.1177/1758736014520809>

Coppla, F. M., Freire, A., Bittencourt, B., Armas-Vega, A., Benítez, V. E. B., Calixto, A. L., & Loguercio, A. D. (2019). Influence of simplified, higher-concentrated sodium ascorbate application protocols on bond strength of bleached enamel. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(1), e21–e26. <https://doi.org/10.4317/jced.55153>

Costa, J. B. (2013). The tooth-whitening process: an update. *Continuing Education 2. The Compendium of continuing education in dentistry*, 33(10), 1–7.

Council of European Dentists. CED Statement: Whitening lamps. CED-DOC-2015-037-FIN-E, 2015

Cvitko, E., Denehy, G. E., Swift, E. J., & Pires, J. A. F. (1991). Bond Strength of Composite Resin to Enamel Bleached with Carbamide Peroxide. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 3(3), 100–102.

De Carvalho, H. C., Guiraldo, R. D., Poli-Frederico, R. C., Maciel, S. M., Moura, S. K., Lopes, M. B., & Berger, S. B. (2016). Correlation between antioxidant activity and bonding strength on bleached enamel. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 102–107. <https://doi.org/10.1080/23337931.2016.1222283>

Eggula, A., Pranitha, V., Dwijendra, K.S., Nagarjuna, G., Shaik, N., & Fatima, M. (2019). Reversal of Compromised Bond Strength of Bleached Enamel Using Cranberry Extract as an Antioxidant: an In Vitro Study. *Cureus*. 11(11): e6188. <https://doi.org/10.7759/cureus.6188>

Feiz, A., Mosleh, H., & Nazeri, R. (2017). Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: A systematic review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 71, 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.03.010>

Garcia, E. J., Oldoni, T. L. C., Alencar, S. M. de, Reis, A., Loguercio, A. D., & Grande, R. H. M. (2012). Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian Dental Journal*, 23(1), 22–27. doi:10.1590/s0103-64402012000100004

Goldberg, M., Grootveld, M., & Lynch, E. (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: A review. *Clinical Oral Investigations*, 14, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0302-4>

Goldberg, M., Kulkarni, A.B., Young, M., Boskey, A. (2011). Dentin structure composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, E3(2), 711–735. doi:10.2741/e281

Hirata, R. (2017). *Shortcuts in Esthetic Dentistry: a new look on tips* (1ª ed.). São Paulo: Quintessence editora.

INFARMED. (2016). Relatório: Produtos de higiene oral.

Ismail, E. H., Kilinc, E., Hardigan, P. C., Rothrock, J. K., Thompson, J. Y., & Garcia-Godoy, C. (2017). Effect of two-minute application of 35% sodium ascorbate on composite bond strength following bleaching. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(10), 874–880. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2142>

ISO 28399:2011. Dentistry - products for external tooth bleaching. (2011). Geneva: International Organization for Standardization

ISO/TS 11405:2015. Dentistry – testing of adhesion to tooth structure. (2015). Geneva: International Organization for Standardization

Jakoby, W. B. (1980). *Enzymatic basis of detoxication - Volume I*. USA: Academic press

Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(SUPPL.), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>

Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>

Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (2013) *Histologia básica* (12^a). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan

Kadiyala, A., Saladi, H. K., Bollu, I. P., Burla, D., Ballullaya, S. V., Devalla, S., Maroli, S., & Jayaprakash, T. (2015). Effect of different anti-oxidants on shear bond strength of composite resins to bleached human enamel. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(11): ZC40-ZC43. doi:10.7860/jcdr/2015/16140.6790

Katchburian, E. & Arana, V. (2012). *Histologia e embriologia oral: texto, atlas, correlações clínicas* (3^a ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan

Kavitha, M., Selvaraj, S., Khetarpal, A., Raj, A., Pasupathy, S., & Shekar, S. (2016). Comparative evaluation of superoxide dismutase, alpha-tocopherol, and 10% sodium ascorbate on reversal of shear bond strength of bleached enamel: An in vitro study. *European Journal of Dentistry*, 10(1), 109–115. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.175693>

Kaya, A. D., Türkün, M., & Arici, M. (2008). Reversal of Compromised Bonding in Bleached Enamel Using Antioxidant Gel. *Operative Dentistry*, 33(4), 441–447.

Khamverdi, Z., Khadem, P., Soltanian, A., & Azizi, M. (2016). In-Vitro Evaluation of the Effect of Herbal Antioxidants on Shear Bond Strength of Composite Resin to Bleached Enamel. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences (JDT)*, 13(4): 244–251

Kimyai, S., Oskoei, S.S., Rafighi, A., Valizadeh, H., Ajami, A. A., Helali, Z.Z. (2010). Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 21, 54-58

Klaric Sever, E., Simenc, N., Rakic, M., Skenderovic, H., Sever, I., & Tarle, Z. (2016). Effects of bleaching agent on physical and aesthetic properties of restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(5), 788–795. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-443>

Kunt, G. E., Yilmaz, N., Şen, S., & Dede, D. Ö. (2011). Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontologica Scandinavica*, 69(5), 287–291. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.568958>

Li, Y. (2017). Stain removal and whitening by baking soda dentifrice: A review of literature. *Journal of the American Dental Association*, 148(11 suplemento), 20S–26S. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2017.09.006>

Li, Y., & Greenwall, L. (2013). Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *British Dental Journal*, 215(1), 29–34. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.629>

- Lokhande, P., Manne, D., Shivanna, V., Nishad, S.V. (2018). Evaluation of 5% proanthocyanidin and 30% alpha-tocopherol on shear bond strength of composite to bleached enamel: An In vitro study. *Journal of Dental Research and Review*, 5(4), 128-131
- Ma, X., Li, R., Sa, Y., Liang, S., Sun, L., Jiang, T., & Wang, Y. (2011). Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *Journal of Dentistry*, 39(11), 739–745. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.08.005>
- Majeed, A., Farooq, I., Grobler, S. R., & Rossouw, R. J. (2015). Tooth-bleaching: A review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*. College of Physicians and Surgeons Pakistan, 25(12), 1-6. <https://doi.org/12.2015/JCPSP.891896>
- Matos, A. B., Trevelin, L. T., da Silva, B. T. F., Francisconi-Dos-Rios, L. F., Siriani, L. K., & Cardoso, M. V. (2017). Bonding efficiency and durability: Current possibilities. *Brazilian Oral Research*. 1(suppl): e57. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0057>
- Miranda, T. A. M., Moura, S. K., Amorim, V. H. O., Terada, R. S. S., & Pascotto, R. C. (2013). Influence of exposure time to saliva and antioxidant treatment on bond strength to enamel after tooth bleaching: an in situ study. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 21(6), 567–574. <https://doi.org/10.1590/1679-775720130035>
- Mukka, P. K., Komineni, N. K., Pola, S., Soujanya, E., Karne, A. R., Nenavath, B., Shiva, S., & Vuppunuthula, P. (2016). An in-vitro comparative study of shear bond strength of composite resin to bleached enamel using three herbal antioxidants. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(10), ZC89–ZC92.
- Nagarkar, S., Theis-Mahon, N., & Perdigão, J. (2019). Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B: Applied Biomaterials*, 107(Suplemento 1) <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34305>

Nair, R., Bandhe, S., Ganorkar, O. K., Saha, S., Sial, S. & Nair, A. (2019). A comparative evaluation of the three different antioxidant treatments on the bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(1), e82-e86.

Nari-Ratih, D., & Widyastuti, A. (2019). Effect of antioxidants on the shear bond strength of composite resin to enamel following extra-coronal bleaching. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(2), e126–e132. <https://doi.org/10.4317/jced.55359>

Ordem dos Médicos Dentistas. (2013). Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário. Ordem dos Médicos Dentistas. Retirado em: 17/03/2020 de www.ombd.pt/branqueamento/legislacao.

Ordem dos Médicos Dentistas. (2015). Utilização de boratos proibida na União Europeia. Ordem dos Médicos Dentistas. Retirado em: 22/01/2020 de <https://www.ombd.pt/2015/05/boratos-proibicao-europa/>

Oz, F. D., & Kutuk, Z. B. (2018). Effect of various bleaching treatments on shear bond strength of different universal adhesives and application modes. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 43(2): e20. <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e20>

Ozelin, A. A., Guiraldo, R. D., De Carvalho, R. V., Lopes, M. B., & Berger, S. B. (2014). Effects of green Tea application time on bond strength after Enamel Bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 25(5), 399–403. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300015>

Pashley, D. H., Sano, H., Ciucchi, B., Yoshiyama, M., & Carvalho, R. M. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dental Materials*, 11, 117-125. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(95\)80046-8](https://doi.org/10.1016/0109-5641(95)80046-8)

Patil, J., Reddy, A., Shome Venigalla, B., Shekar, K., Ravichandra, C., & Binoy, D. (2015). Effect of different concentrations of carbamide peroxide and green tea extract on the color and shear bond strength of enamel-an in vitro study. *Endodontology*, 27(2), 129–135.

Perdigão, J. (2016). *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective*. Minneapolis: Springer

Perdigão, J., Francci, C., Swift, E. J., Ambrose, W. W., & Lopes, M. (1998). Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *American Journal of Dentistry*, 11(6), 291–301.

Perdigão, J., & Swift, E. J. (2015). Universal Adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(6), 331-334. <https://doi.org/10.1111/jerd.12185>

Radaelli, M. T. B., Schuhb, C., Federizzi, L., Bacchi, A., & Spazzinb, A. O. (2012). Propriedades ópticas relacionadas à estética dental. *Journal of Oral Investigations*, 1(2), 22-27.

Ritter, A. V., Boushell, L. W., & Walter, R. (2018). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. (7^a ed., pp. 2-10; 136-150; 200-206; 274-282). St. Louis, Missouri: Elsevier

Shalaby, E. A., & Shanab S. M. M. (2013). Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(10), 528–539. doi:10.5897/ajpp2013.3474

Sharafeddin, F., & Farshad, F. (2015). The Effect of Aloe Vera, Pomegranate Peel, Grape Seed Extract, Green Tea, and Sodium Ascorbate as Antioxidants on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Home-bleached Enamel. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 16(4), 296–301.

Sharafeddin, F., Farshad, F., Azarian, B., & Afshari, A. (2016). Effect of Green Tea Extract as Antioxidant on Shear Bond Strength of Resin Composite to in-Office and Home-Bleached Enamel. *Journal of Dental Biomaterials*, 3(3), 269–275.

Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali Di Stomatologia*, 8(1), 1–17. [https://doi.org/10.1016/s0364-0213\(01\)00040-4](https://doi.org/10.1016/s0364-0213(01)00040-4)

Subramonian, R., Mathai, V., Christaine, A. J. B., Ravi, J. (2015). Effect of three different antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 18, 144-148.

Tabatabaei, H. M., Arami, S., Nojournian, A., Mirzaei, M. (2011). Antioxidant effect on the shear bond strength of composite to bleached bovine dentin. *Brazilian Journal of Oral Science*, 10, 33-36.

Thapa, A., Vivekananda, P. A., Thomas, M. S. (2013). Evaluation and comparison of bond strength to 10% carbamide peroxide bleached enamel following the application of 10% and 25% sodium ascorbate and alpha-tocopherol solutions: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 16, 111-115.

Torres, C. R. G., Koga, A. F., & Borges, A. B. (2006). The effects of anti-oxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 5(16), 971-976

Türkmen, C., Güleriyüz, N., & Atali, P. Y. (2016). Effect of sodium ascorbate and delayed treatment on the shear bond strength of composite resin to enamel following bleaching. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 19(1), 91–98. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.164328>

Türkün, M., Celik, E. U., Kaya, A. D. & Arici, M. (2009). Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching?. *The journal of adhesive dentistry*, 11(1), 35-40.

Vidhya, S., Srinivasulu, S., Sujatha, M., & Mahalaxmi, S. (2011). Effect of Grape Seed Extract on the Bond Strength of Bleached Enamel. *Operative Dentistry*, 36(4), 433–438. doi:10.2341/10-228-L

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do Banco de Dentes Humanos



Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do BDH para realização do trabalho de projeto final do Mestrado Integrado de Medicina Dentária

Código | IMP.CDEM.04_01

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE: Patrick Rodrigues Lopes

TÍTULO DO TRABALHO: Avaliar a eficácia do uso de agentes antioxidantes após o branqueamento dentário na resistência adesiva por microtração das restaurações a resina composta.

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita – Presidente da Comissão de Ética,

O aluno Patrick Rodrigues Lopes pode utilizar 30 dentes molares superiores e inferiores do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Dentária Egas Moniz (CDEM).

Aguardo a aprovação da Comissão Científica e da Comissão de Ética, para cedência dos dentes.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, 10 de Janeiro de 2020

Direção Clínica

Anexo 2

Quantidades dos diferentes materiais utilizados nesta investigação

Material	Dosagem
Gel de branqueamento Whiteness Perfect™ 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil);	6 seringas (3g cada)
OPTIBOND™ FL PRIMER (Kerr, Scafati, Itália);	1 frasco de 5 mL
OPTIBOND™ FL ADESIVO (Kerr, Scafati, Itália);	1 frasco de 5 mL
Resina composta nano-híbrida GrandioSO™ na cor A1 (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha);	6 seringas (4g cada)

at the start of the bleaching.

Single-use inflation can also occur when using products for rinsing the mouth or even toothpaste with a strong taste before using the gel. If you wish to use these products, it is advisable to leave an interval of at least 30 minutes (or sufficient time for the sensitivity to disappear) between using the mouthwash and the gel. Aggressive brushing on the gingiva can also make it sensitive and result in irritation caused by the gel. Single-use inflation can also be caused by a custom tray that is not adequately fitted.

Side Effects

Occasionally sensitivity may require treatment. If the sensitivity becomes uncomfortable, treat the teeth with the gel (Dessensalib 40% 9.2% (moderately to low sensitivity) or Dessensalib K 7% (moderately to high sensitivity).

Areas of hypoesthesia can occur which may not be visible to the naked eye. Hypoesthesia areas will whitens faster, thereby becoming more obvious during bleaching. In some cases these stains disappear owing to the dehydration of the enamel after concluding the bleaching. Treating these areas with fluoride can also help to make them disappear.

Some patients can feel slight irritation in the gingiva, tongue or lips, generally caused by excessive use of gel or by the tray.

Instructions for Use

Read the instructions in the Patient's Instructions Manual.

Precautions and Storage

Store the product at 9°C and 25°C (41°F and 77°F). Do not freeze the product. Keep out of direct sunlight.

Warning

Do not use the product after your expiry date. In order to discard the product, follow the legislation of your country. Maintain it out of reach of children.

Caution to eyes and skin for concentrations between 5% to 10% of Sodium Peroxide (10% to 20% of Carbamide Peroxide). Avoid contact with eyes and skin. In case of contact use water and rinse thoroughly according to the instructions for use. The manufacturer does not require damage caused by other uses or incorrect handling. Besides this, the user is obliged to prevent, before use and under his or her responsibility that this material is compatible with the material used when this use is not indicated in the instructions for use. Note: discolorations do not constitute any type of guarantee and are not to be feared.

Anexo 4

Instruções do fabricante - Sistema adesivo e para o material restaurador

Material	Instruções do fabricante
Sistema adesivo: Optibond™ FL	<p>1) Aplicar o ácido fosfórico a 37.5% no esmalte e dentina por 15 segundos. Lavar com água por 15 segundos. Secar delicadamente sem desidratar;</p> <p>2) Aplicar o Optibond™ FL <i>Prime</i> (frasco 1) com um microbrush no esmalte e dentina por 15 segundos. Secar por 5 segundos;</p> <p>3) Aplicar o Optibond™ FL <i>Adhesive</i> (frasco 2) sobre o esmalte e dentina aplicando, de seguida, levemente ar de modo a espalhar por toda a superfície;</p> <p>4) Fotopolimerizar por 10 segundos.</p>
Resina composta nano–híbrida GrandioSO™	<p>1) Aplicar resina composta na cor selecionada em camadas de, no máximo, 2mm de espessura;</p> <p>2) Adaptar o material com um instrumento apropriado;</p> <p>3) Fotopolimerizar 10 segundos, mantendo a fonte de luz do fotopolimerizador o mais próximo possível da superfície da restauração.</p>

